التخطيط والتطوير

للإدارة المتكاملة للمنشأة الصناعية الحديثة

عنوان الكتاب: التخطيط والتطوير للإدارة المتكاملة للمنشأة الصناعية الحديثة
تأليف: مهندس/ أمين حلمي كامل
رقم الإيداع: 2009/575 ف
ردمك: ISBN: 978-9959-9537-1-1

الطبعة الأولـى

2009 مسيحي
منشـورات
مركز البحوث الصناعية
تاجوراء - ليبيا
هاتف : 3691517 - 3691511 (00218-21)
فاكس: 3690028 (00218-21)
الموقع الإلكتروني: www.irc.ly
البريد الإلكتروني: info@irc.org.ly

تم تخصيص الرقم الدولي الموحد للكتاب من قبل :
الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب
دار الكتب الوطنية - بنغازي - ليبيا
هاتف: 9097074 - 9096379 - 9090509
بريد مصـور: 9097073
البريد الإلكتروني: nat_lib_libya@hotmail.com

التخطيط والتطوير

للإدارة المتكاملة للمنشأة الصناعية الحديثة

تأليف

مهندس/ أمين حلمي كامل

الإهـــداء

إلى الذين يصنعون الحياة

في ربوع الوطن العربي

سائلا الـلـه العلي القدير

أن يوفقنا في تحقيق أملنا العظيم

أن نبني صرحا صناعيا عربيا عظيما

يليق بنا نحن العرب

مهد الحضارة الحديثة

تقديم المؤلف

أردت أن يكون هذا الكتاب تجميعاً للمعارف فيما يتعلق بالتخطيط والتطوير للإدارة الصناعية الحديثة ليستخدمه المديرون وأساتذة الجامعات والطلبة فيها والباحثون والشباب الطموح الذي يتطلع لأن يصعد إلى مواقع الإدارة.

وقد تم تصميمه بأمل أن يجد كل منهم في كل حالة فصلاً واحداً على الأقل يحتوي على المعلومة التي يحتاج إليها لحل المشكلة التي يعالجها ويضيف في كل مرة إلى حصيلة خبرته خبرة جديدة.

إنها رغبة أردت أن أوضحها وأرجو أن تتحقق لكل قارئ ولجميع القراء.

مهندس/ أمين حلمي كامل

تقديم الأستاذ الدكتور المهندس/ عزيز صدقي

رئيس الوزراء الأسبق

ووزير الصناعة الأسبق

جمهورية مصر العربية

عمل المهندس/ أمين حلمي كامل معي منذ الأيام الأولى عند إنشاء وزارة الصناعة في مصر، أي منذ عام 1956. وكان قبل ذلك يعمل مديراً بأحد مصانع الإنتاج الحربي. وعندما وضعنا أول برنامج للتنمية الصناعية في مصر. وفي ذلك الوقت كان أول برنامج تنفذه أي دولة عربية أو في الشرق الأوسط أو حتى أفريقيا كلها. قررت أن تنشأ هيئة السنوات الخمس لتقوم بالإشراف على تنفيذ هذا البرنامج، وكانت هذه الهيئة في رأيي أهم جهاز أقامته الدولة لأنها تولت بعد ذلك، وحتى اليوم تنفيذ البرنامج القومي للتصنيع.

وقد اخترت المهندس/ أمين حلمي كامل ليكون أول نائب لرئيس الهيئة (وهو وزير الصناعة) واستمر في العمل معي حتى تركت وزارة الصناعة في السبعينيات (القرن العشرين).

إن نجاح هيئة التصنيع يرجع الفضل فيه إلى مجموعة من الكفاءات التي قامت بالمعاونة لتنفيذ برامج التصنيع المتتالية التي نفذتها مصر.

وكان المهندس/ أمين حلمي كامل، بكفاءته وخبرته وخلقه ووطنيته؛ من أهم ما جعل الهيئة تقوم بهذه الأعباء الضخمة التي قامت بها.

وكل ذلك دون أن يشوب أي عمل من المشروعات العظيمة والضخمة التي قامت بالتعاقد عليها، والإشراف على تنفيذها، أي شائبة من الخطأ أو التهاون أو دقة.

هذه الخبرة التي أكتسبها المهندس/ أمين حلمي كامل، لم تقتصر على خدمة مصر، بل امتدت والحمد لله لتخدم التصنيع في العالم العربي كله، وأخيراً في البلد الشقيق ليبيا.

وهو يقدم للأمة العربية خلاصة فكرة وخبرته في إثراء المكتبة العربية بمؤلفاته التي يقدم فها خلاصة خبرته في مجالات التنمية الصناعية.

وهذا الكتاب الجديد الذي يقدمه اليوم يعتبر مرجعاً ثميناً، يثري المكتبة العربية بما حواه من خلاصه خبرة عظيمة.

وأرجو للأخ والزميل أمين حلمي كامل دوم التوفيق والنجاح.

دكتور مهندس/ عزيز صدقي

تقديم الأخ الدكتور المهندس مفتاح علي عز وزه
أمين اللجنة الشعبية العامة للصناعة والمعادن (الأسبق)
الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى

إن الغرض من هذا الكتاب هو تقديم مسح شامل للموضوعات التي تحيط بعملية إدارة المنشآت الصناعية، بدءً بطبيعة العمل في المنشأة وإطارها المالي وإغراضها وتنظيمها ومروراً بتكاليف التشغيل والتحكم فيها، والرقابة وتقييم الأداء، وبعض موضوعات تقنية/ اقتصادية تتعلق بالتخطيط لعملية الإنتاج والتصنيع المرن والتصنيع بمساعدة الحسوب وفنيات اتخاذ القرار والبيئة الدولية والتحكم في النوعية والاعتمادية والمواد المتقدمة والمعلوماتية والهندسة المتزامنة وغيرها، وبالتخطيط للمنشأة الصناعية العامة وقياس فعاليتها، والمشروعات الصناعية الصغيرة والمتوسطة في البلدان النامية، وبتشخيص حالة المنشأة وتحسين أدائها. وهذه الموضوعات وإن كان كثير منها مغطى بتفصيل أكثر في مراجع كثيرة، إلا أن السمة التي ينفرد بها هذا الكتاب أنه يجمع كل هذه الموضوعات المتخصصة في كتاب واحد، ويحاول أن يبين أنها جميعاً مترابطة ومتكاملة.

إن الفكرة التي أملت على الأخ المهندس/ أمين حلمي كامل أن يخرج الكتاب في هذا الشكل؛ هي أن هذه الموضوعات ينبغي أن تتمثل في نشاط متكامل مستمر يحدث تلقائياً في كل وقت في المنشأة الصناعية وليس في مجموعة من وظائف منفصلة تجمع بينها حاجة العمل، وأن نشاط المنشأة ينبغي أن يكون كلاً من التصميم إلى الإنتاج والتسويق والتوزيع، الأمر الذي يترتب عليه زيادة كفاءة وإنتاجية هذه العمليات.

والكتاب مصمم لأن يستخدمه كل من المهندس الممارس الطموح أو المهندس المدير أو المسئول التنفيذي الكبير. وكل منهم يلزمه أن يكون عارفاً بأمور منشأته معرفة مصدرها الأساسي هو المنشأة ذاتها، وأن يكون ملماً إلماماً كافياً بمختلف الوظائف التي على المنشأة أن تؤديها لتحقيق أغراضها، وأن يكون مهيأ لتقبل التحديثات التنظيمية التي تلزم للصناعة المتقدمة وتهيئ الطريق لتطبيق تقنياتها.

ومما يضفي مزيداً من الأهمية على هذا الكتاب أن الصناعة تتزايد مساهمتها باضطراد في إجمالي الناتج القومي لجميع البلدان المتقدمة والنامية على السواء، الأمر الذي يتطلب العمل على الزيادة الإنتاجية في الصناعة بكل الوسائل الممكنة، ومن أهم هذه الوسائل التوجه نحو تطبيق الإدارة العلمية الحديثة في المنشأة الصناعية والإقدام على إدخال الميكنة والآلية في الصناعة لاكتساب قدرة تنافسية في مواجهة التحدي المتزايد في الأسواق العالمية.

هذا بالإضافة إلى أن الكتاب يلقي ضوء على ما يحتاجه الأمر من بذل مزيد من الجهد لتكوين وتأهيل مهندسين أكفاء يكونوا قادرين على تطوير وسائل ميكنة وآلية حديثة وتطبيقها في الصناعة لبناء مصانع المستقبل التي ستعتمد كفاءة عملياتها الإنتاجية على منظومات إدارة إنتاج متكاملة بالحسوب.

والأخ المهندس/ أمين حلمي كامل، بما أتيح له من فرص منذ أكثر من نصف قرن عندما تخرج من كلية الهندسة، لأن يمارس العمل في الصناعة بفروعها المختلفة في مجالاتها المختلفة الهندسية والإدارية والتخطيطية والتوجيهية والإستراتيجية على مستوى الوطن العربي الكبير، خير من يقدم على تأليف مثل هذا المؤلف الجامع.

ويسعدني أن أقدمه إلى رجال الصناعة وأصحاب الأعمال وأساتذة الجامعات والاستشاريين في الوطن العربي الكبير كمرجع شامل في مجال إدارة المنشأة الصناعية.

و اللـه ولي التوفيق..

دكتور مهندس/ مفتاح على عز وزه

تقديم

الأخ الدكتور/ أبو القاسم مسعود الشيخ

أود أن أضيف نفسي كأحد الداعمين لصدور هذا الكتاب القيم في مجال الصناعة، وباعتباري أحد جنود هذا المجال العلمي الهام في تحقيق قيم مضافة إلى الاقتصاد الوطني والذي يصل أحيانا في بعض الدول إلى أكثر من 60%.

لقد تناول المؤلف إحداثيات الإدارة الصناعية من خلال خبرته الواسعة كمهندس وباحث وقيادي عربي في إدارة الصناعة، وهذه الخبرة النادرة سوف تضيف إضافة للمهندسين بصفة عامة وتفتح لهم آفاق جديدة في التوسع في البحث العلمي والدراسات العليا.

ومركز البحوث الصناعية فخور بأن يكون هذا المرجع الثمين أحد منشوراته العلمية.

نتمنى التوفيق والصحة للمهندس/ أمين حلمي كامل ونبارك له هذا الجهد المتميز.

د. أبو القاسم مسعود الشيخ

أمين لجنة إدارة مركز البحوث الصناعية

2009/9/15 مسيحي

مقدمة المؤلف

عندما عزمت على أن أخرج كتاباً عن إستراتيجية إدارة أعمال المنشأة الصناعية، خطرت أنت على بالي أيها القارئ العزيز. إن من يهتم بمثل هذا الموضوع يكون في الغالب واحداً من ثلاثة: مهندساً ممارساً طموحاً، أو مهندساً مديراً، أو مسئولاً تنفيذياً كبيراً. وكل منهم؛ ليكون ناجحاً في عمله، يلزمه أن يلم بأمور منشأته، كل بدرجة ونوعية خاصة به؛ تاريخها وتاريخ هيئة إدارتها، مشاكلها، أغراضها، سياستها، هيكلها، نواحي القوة والضعف فيها، وضعها في القطاع الصناعي الذي تمارس نشاطها فيه، وخططها للمستقبل. والمصدر الوحيد لهذه المعارف هو المنشأة ذاتها، وإن كانت الحاجة للتصور والتمعن في الأمر وبعد النظر تزداد كلما صعد المرء درجات على سلم مزاولة العمل في المنشأة، وتقل تبعاً لذلك الحاجة إلى التخصص الفني الدقيق. إن القصور في فهم هذه الحقيقة الأساسية عاق تقدم كثير من المسئولين التنفيذيين إلى مواقع مسئولية القيادة الأعلى.

إن تأهيل من يزاول العمل في ميدان الصناعة، يحتاج؛ بالإضافة إلى الكتب النظرية التي يكون مجالها تعليم المبادئ الأساسية؛ إلى دراسة واقعية يكون مجالها كتاباً عملياً معبأ بالفنيات والإجراءات التي اختبرت بالممارسة الفعلية وثبتت الناحية العملية لها. إن كتاب يعمم ليفي بهذه المتطلبات المتشددة ينبغي أن يحكي للمسئول الصناعي «معرفة كيف ومعرفة لماذا» في كل ناحية من النواحي الوظيفية للمنشأة من تحديد أغراضها إلى تحفيز جميع عناصر المنشأة لتحقيق هذه الأغراض.

وعلى ذلك فإن موضوعات الكتاب ستكون كثيرة ومتشعبة ذات عناوين متنوعة ومجالات تمتد لأكثر من تخصص وتتميز بالتباين الشديد بين أنشطتها وما تنطوي عليه من تخصصات مهنية مختلفة، وما تتطلبه من خصال شخصية ومعارف وخبرة تتفاوت بالنسبة لكل مستوى.

وقفت حائراً أمام كثرة الموضوعات والمتطلبات وتشعبها، وبعد تفكير عميق توصلت إلى الحل. لماذا لا أستفيد من التجربة التي خضتها في الصناعة؟ لماذا لا أركز في الكتاب على الموضوعات التي كنت أشعر بحاجتي لها وأرتبها وفقاً لما أملته على حاجة العمل الفعلية في كل مرحلة من مراحل حياتي.

كنت شاباً في أوائل العقد الثالث من عمري عندما تخرجت من كلية الهندسة قسم الميكانيكا منذ أكثر من نصف قرن، وأتيحت لي الفرصة لأن أعمل في الصناعة في مستوياتها المختلفة وفروعها المتعددة طوال حياتي العملية، بدأت بالعمل في ورش هندسية متقدمة. ثم توليت في أوائل الخمسينات (القرن العشرين) إنشاء مصنعاً هندسياً من أحدث المصانع في وقتها، من مرحلة الدراسة والتعاقد إلى مرحلة الإنشاء وبدء التشغيل وتحقيق الإنتاج التصميمي ماراً بفترة تدريب وإشراف على تدريب مجموعة كبيرة من المهندسين والفنيين في مصنع من أحدث المصانع الهندسية في أوروبا.

عملت بعد ذلك في مستويات إعداد وتنفيذ خطط وسياسات صناعية وإشراف على مؤسسات ومنشآت صناعية في فروع الصناعة المختلفة في أكثر من قطر عربي.

وأتيحت لي الفرصة أن أزور كثير من المصانع في الخارج وأشارك في مؤتمرات ومفاوضات تتعلق بالصناعة.

عندما بدأت حياتي العملية، كانت دراستي في كلية الهندسة وميلي الطبيعي لهذا الفرع من التخصص يدفعاني للاهتمام بالأنشطة الهندسية المباشرة والمعاونة والنظرية والعملية، وخاصة المتعلقة بهندسة التشغيل في المصنع والورشة، ولم أكن أتعمق كثيراً في الأمور المالية والاقتصادية.

وكلما تدرجت في مستويات العمل في الصناعة كانت اهتماماتي تتحول تدريجياً شيئاً فشيئاً إلى الأمور المالية المتعلقة بالرقابة على العمليات ومحاسبة التكاليف، والميزانيات المالية والتكاليف المعيارية، وتحليل بيانات التكلفة، والسياسات المالية ... وغيرها.

ونظراً لما كنت ألمسه من أهميتها المتزايدة في الإبقاء على حياة المنشأة في خضم الحياة الاقتصادية الحديثة المعقدة، كان على أن أبذل جهداً كبيراً للتعرف في كل وقت أين تقف المنشأة بالضبط، كان التقدم الحديث والاختراعات والابتكارات المتوالية بسرعة مذهلة تفرض تحدياً على كل من يعمل في الصناعة أن يلم إلماماً جيداً بجميع نواحي منشآته وخاصة مستوى التكلفة التي تحقق به إنتاجها أو خدماتها ، أصبحت معرفة التكلفة وإيجاد التفسير الصحيح لها هما مفتاح الطريق إلى زيادة الإنتاج وزيادة المبيعات وزيادة كفاءة العمالة وزيادة الأرباح وتحسين مستوى المعيشة للجميع.

كما كان علي أن أتفهم تفهماً عميقاً جميع المشاكل المالية التي تواجه المنشأة والطرق المتاحة لحل هذه المشاكل. إن السياسات المالية التي تتعلق بالائتمان والمشتريات والإهلاك والضرائب تؤثر تأثيراً بالغاً على فاعلية وكفاءة أداء المنشأة، والأسعار ما لم تكن مؤشرات حقيقية للتكاليف والطلب الاستهلاكي فإن الربحية الحقيقية للمشروع لا يمكن تحديدها.

في الوقت نفسه كنت أتابع التطور الذي يحدث في الصناعة العالمية بعد الحرب العالمية الثانية، كانت الآلية والتشغيل الذاتي والتحكم الآلي في المصنع وفي المكتب يزيدان من القدرة الإنتاجية بحيث أصبحت المنشآت الصناعية قادرة على إنتاج كل شيء يحتاج إليه المستهلك، وكان على المنشأة أن تبيع كل ما تنتجه ليس محلياً فقط؛ ولكن خارجياً أيضاً.

إن المنشأة الصناعية كانت في سبيلها لأن يكون فيها أفراد يعملون في بيع المنتجات وخدمتها أكثر من الذين يعملون في صناعة هذه المنتجات. صار من الضروري أن تتقدم كفاءة البيع وتقديم خدمة ما بعد البيع بالخطى نفسها التي تتقدم بها كفاءة التصنيع والإنتاج.

أصبح التسويق يبدأ بالمادة الخام التي يصنع منها المنتج. إن ثورة التسويق بدأت تلقي الاهتمام نفسه الذي لقيته ثورة التصنيع منذ أكثر من قرن من الزمان.

ووجدت نفسي في نهاية مطاف عملي في المنشأة مشدوداً للاهتمام بالأداء الكلي للمنشأة والجهد المنسق للإنتاج للسوق قبل كل شيء:

- هل توجد حاجة أو طلب على هذا المنتج؟
- ما هو المنتج الذي يريده المستهلك؟
- هل يمكن تصنيع المنتج تصنيعاً مجزياً؟
- ما الذي تحتاج إليه المنشأة ليمكنها إنتاج هذا المنتج وتوزيعه بفاعلية؟

وكان علي، وأنا في مستوى اتخاذ القرار، أن أتخذ جميع قراراتي في ضوء الحقائق المعروفة عن السوق قبل المصنع، كان السوق هو النقطة التي تدور حولها عملية اتخاذ القرار.

ومن ناحية أخرى، بحلول منتصف العقد الخامس من القرن العشرين أحدث النمو في الصناعة التحويلية، بعد الحرب العالمية الثانية ثورة في المنتجات الجديدة والتقنيات الجديدة وتحرير التجارة الدولية والتكامل المتزايد للاقتصاد العالمي، وترتب على ذلك طفرة في الإنتاج بخطوط التجميع وبزوغ منظمة الإنتاج التلقائي الاستمراري ذاتي الحركة التي تقوم على الجمع بين الميكانيكا والإلكترونيات (ما يعرف بالميكاترونيك) وظهور المواد التخليقية والمواد المركبة والمواد البتروكيماوية وأجهزة الحسوب وغيرها. وكانت النتيجة أن المنتجات المصنعة اتجهت لأن تصبح ليس فقط أكثر كفاءة وأفضل نوعاً، ولكن أيضاً أصغر وأخف وزناً وأرخص والأمثلة على ذلك كثيرة ولا يتسع المجال لسردها.

وتحققت نتيجة لذلك وفورات ضخمة في استخدام المواد الخام التي تصنع منها المنتجات وفي استهلاك الطاقة، وأصبح التصميم والتصنيع بمساعدة الحسوب يقللان كثيراً من الموارد الفاقدة والضائعة في عملية الإنتاج.

إن هامش الربح في تصميم المنتج وتطويره وتوزيعه وتسويقه أصبح الآن أكثر منه في تصنيعه. كما أن الفتوحات التقنية في مجال المعلومات (المعلوماتية) أدت إلى تحول في الخدمات التقليدية. فالمهارات البشرية هي الآن أهم مدخل في كثير من أنشطة مزاولة العمل؛ ومنها إدارة الأعمال. ولم يعد هناك داعي للتفرقة بين العمليات الصناعية وعمليات خدمة الصناعة كأساس متميز للنشاط الاقتصادي. ففي البلدان الصناعية

الآن واليابان بصفة خاصة يؤدي أكثر من نصف العاملين في شركة صناعية نموذجية عمليات خدمية صناعية من تصميم وتوزيع وتخطيط مالي. وأصبحت الخدمات أسرع جزء من أجزاء التجارة الدولية نمواً. كل هذه الأمور جعلت الارتباط بين الاقتصاد والتقنية يزداد توثقاً مما أضفى أهمية كبيرة على اقتصاديات تقنيات التصنيع. الأمر الذي رسخ لدي المفهوم بأن المنشأة الصناعية هي، قبل كل شيء، مؤسسة اقتصادية الهدف المباشر للخدمة التي تؤديها هو إشباع حاجة ورغبة العملاء بالنسبة لسلعة أو سلع معينة، وأن الهدف النهائي لهذه الخدمة هو أن تساهم باستمرار في رفع مستوى المعيشة لأفراد المجتمع ، وأن القيم التي تكون لهذه الأهداف ينبغي أن يتم إنتاجها وتوزيعها على العملاء في ظل منافسة شريفة بالنسبة للأسعار والخدمات، وبتكلفة تحقق للمنشأة فائضاً منافساً معقولاً يمكنها أن تبقى وتستمر وتنمو.

ومن ناحية ثانية، على الرغم من أن المؤسسات العامة لا تخسر جميعها، وليست كلها دائماً أقل كفاءة من شركات القطاع الخاص، فإن صناعة الصلب المملوكة للدولة في جمهورية كوريا هي من بين أكفأ مصانع الصلب في العالم، إلا أنه في الثمانينيات والتسعينيات من القرن العشرين وحتى الآن، كان تحويل المشاريع المملوكة للدولة إلى القطاع الخاص وسيلة هامة في البلدان المتقدمة وكثير من البلدان النامية لتحقيق هدف يرمي إلى استخدام الموارد بطريقة أكثر كفاءة، وإلى تقديم مزيداً من التشجيع للقطاع الخاص. إن كل ذلك استلزم توجيه اهتمام خاص للكيان المؤسسي للمنشأة بقصد توضيح الرؤية بحيث يتوفر المناخ الصالح للقطاع الخاص لأن يؤدي دورة الحيوي في الاقتصاد الوطني، ويتركز دور القطاع العام فيما يخرج عن قدرة القطاع الخاص.

وأخيراً برزت أمامي حقيقة خرجت بها من عملي في الصناعة هي أن نجاح إدارة أعمال أي منشأة صناعية على المدى البعيد لا يمكن أن يتشكل ويدوم إلا بالتفهم الصحيح لفلسفة عملية الإدارة.

إن إنتاج السلع والخدمات الصناعية عملية معقدة وصعبة، إن السلع التي على الأرفف؛ جاهزة للبيع؛ لا تحدث عشوائياً، إنها إنتاج تفكير عميق وتخطيط دقيق، إنها نتيجة تركيز للمعرفة وللحقائق لتصنيعها، وأهم عامل في ذلك هو الاستخدام الصحيح للأفراد والمواد والآلات، الأمر الذي لا يتأتى إلا بالشرعية الأخلاقية والمنطقية، إن قانون البقاء للأصلح هو الذي يسود دائماً.

ولا يفوتني أن أنوه بأن توجه الصناعة للتوفير في استخدام المواد الصناعية وفي استهلاك الطاقة وفي تقليل الموارد الفاقدة في عملية التصنيع يعمل في اتجاه الحد من تلوث البيئة بمخلفات الصناعة ومن ارتفاع درجة الحرارة في الكون، وهو أمر يزداد اهتمام سكان الأرض به على الدوام.

وكما توقعت خرجت من هذا الاستعراض بنتيجة هي أن الإحاطة بالإدارة المتكاملة للمنشأة الصناعية هندسياً ومالياً وتقنياً تتطلب تناول موضوعات كثيرة ومتنوعة، الأمر الذي اقتضى أنه يفضل تناولها في ثلاثة كتب: واحد للتخطيط والتطوير والثاني للتنظيم والرقابة والثالث للهيكلة وتحسين الأدوار.

وهذا الكتاب هو الخاص بالتخطيط والتطوير للإدارة المتكاملة للمنشأة الصناعية الحديثة لم يقصد به أن يكون مرجعاً شاملاً لأنشطة المنشأة الصناعية ووظائفها المتعلقة بالتخطيط والتطوير وهي كثيرة ومتخصصة، ويتوفر لكل النشاط ووظيفة منها مراجع قيمة، إنه لا يزيد عن كونه محاولة لتصوير نواحي عملية في الصناعة تهم كل من يتولى عملية إدارة منشأة صناعية أو قسم منها بالقدر الذي يهيئه لأن يرجع في كل موضوع لمرجع متخصص للمزيد من التعمق والاستفاضة.

وختاماً أرجو أن يفت كتابي هذا المجال للأخوة الصناعيين العرب لإثراء المكتبة العربية الصناعية بحصيلة تجاربهم وخبراتهم النابعة من واقعنا لتكون عوناً للصناعيين من شبابنا الناهض للمساهمة في تحقيق النهضة الصناعية المنشودة بإذن الـلـه.

التخطيط والتطوير
للإدارة المتكاملة للمنشأة الصناعية

الفصل الأول : التخطيط للتصنيع.

الفصل الثاني : خصائص الإنتاج الصناعي وتأثيرها على المنشأة.

الفصل الثالث : التصنيع المرن أو التصنيع بالحسوب.

الفصل الرابع : الطاقة الإنتاجية.

الفصل الخامس : فنيات اتخاذ القرار.

الفصل السادس: الإدارة العلمية وحل المشكلات.

الفصل السابع : تكامل منظومتي عمليتي الإدارة والرقابة.

الفصل الثامن : منظومة ترشيد التكاليف والنوعية والاعتمادية.

الفصل التاسع : البيئة الدولية والتحكم في النوعية والاعتمادية.

الفصل العاشر : تنفيذ بحوث العمليات.

الفصل الحادي عشر : ممارسة هندسة القيمة في الصناعة.

الفصل الثاني عشر : الهندسة المتزامنة.

الفصل الثالث عشر : المعلوماتية والمنشأة الصناعية.

الفصل الرابع عشر : المواد المتقدمة.

الفصل الأول

1- التخطيط للتصنيع

قد يكون من المفيد لمن يعمل في المنشأة الصناعية أن يلم بأسس التخطيط الصناعي وفيما يلي نبذة مختصرة عنها:

1-1 الصناعة والتنمية:

1-1.1 تعريف التخطيط للتنمية:

هو نشاط واعي يمارسه المجتمع وتنظمه الدولة بما يتطابق مع الأهداف الاجتماعية والاقتصادية المحددة لغرض توجيه الاقتصاد الوطني نحو تقدم اجتماعي - اقتصادي منتظم ومستمر على المدى البعيد لرفع مستوى إشباع حاجات المواطن على أساس التخطيط الرشيد لموارد البلد من القوى البشرية المنتجة ومن الموارد الطبيعية ومن الأموال ومن الأصول الثابتة ومن الموارد ومن الطاقة.

1-1.2 تعريف التخطيط الصناعي:

هو ذلك الجزء من هذا النشاط الذي يركز أساساً على تطوير قطاع الصناعة وعلى ارتباطاته مع قطاعات الاقتصاد الوطني الأخرى وكذلك على جميع العمليات التي يحتاج إليها الأمر لتنظيم وتكثيف التقدم المستمر لجميع الهياكل الاجتماعية والاقتصادية عن طريق تطبيق وتطوير التقنيات الصناعية الحديثة.

1-1.3 متى يصبح البلد صناعياً؟:

يصبح البلد صناعياً عندما يتحقق له الآتي:

- قدر معين من الاعتماد الذاتي الصناعي.
- إشباع الحاجات الأساسية للجماهير من خلال قدرة إنتاجية متنامية.
- تحول جزء كبير من هيكلة الاجتماعي والاقتصادي عن طريق نمط إنتاج صناعي له ارتباطات داخلية قوية.

والمتعارف عليه أن الحاجات الأساسية للبلد تشمل:

- حد أدنى معين من احتياجات الأسرة للاستهلاك الخاص وهي الغذاء والمسكن والكساء وكذلك الأجهزة المنزلية الضرورية والأثاث.
- الخدمات الضرورية الجماعية مثل مياه الشرب والخدمات الصحية والنقل العام والتعليم والثقافة.

وسياسة توفير الحاجات الأساسية للجماهير تعزز بمشاركة الشعب في اتخاذ القرارات التي تؤثر على معيشة أفراده.

1-2 الخطة الصناعية:

1-2.1 ضرورة الاهتمام منذ البداية بتنفيذ الخطة:

كان الاعتقاد سائداً، أن العنصر الأساسي في التخطيط الصناعي هو إعداد الخطة الرشيدة، إلا أن نتائج التنفيذ غير الناجح أثبتت أنه على الرغم من أهمية الخطة المعدة إعداداً جيداً والمؤسسة على أهداف تطوير محددة تحديداً واضحاً ليست موضع جدل، إلا أنه من الأهمية بمكان التركيز على دراسة كيفية تنفيذ الخطة. وترجع صعوبات تنفيذ الخطة عادة إلى عدة أسباب من أهمها ما يأتي:

أ- الفصل بين إعداد الخطة وتنفيذها:

1- عدم الأخذ في الاعتبار للإمكانات المادية إلى جانب الإمكانات المالية.

2- عدم التنسيق أثناء التنفيذ بين المخصصات المالية المحلية للقوى المنتجة ومواد التشييد والنقل... الخ، وبين القدرات الفعلية المتوفرة في البلد.

ب- ضعف الروابط بين التخطيط والإدارة:

1- عدم الالتزام بالموازنات النقدية الأجنبية المعتمدة.

2- عدم الالتزام بتنفيذ المشروعات في نطاق الخطة الموضوعة والدراسات التي أجريت لها.

ج- ضغوط ظروف الأسواق المحلية والخارجية غير المواتية:

1- الظروف الطبيعية التي تؤثر على المحاصيل الزراعية.

2- انخفاض أسعار السلع التصديرية في الأسواق الخارجية وقلة الطلب عليها.

1-2.2 توقيتات الخطط الصناعية:

عملية التخطيط الصناعي الرشيدة تحتاج إلى ثلاثة أنواع من الخطط الصناعية: سنوية، متوسطة الأجل، طويلة الأجل.

وهذه الخطط ينبغي أن تنطوي على استمرارية طبيعية، كما أنها يجب أن تكون موحدة من حيث المحتوى والطريقة. والاختلافات في مدد هذه الخطط ترجع للوظيفة المحددة لكل منها، فالخطة متوسطة الأجل تشكل الشكل الأساسي للنمو الصناعي. وتنشأ الحاجة للخطة طويلة الأجل لتقديم تصور شامل ولإعداد إستراتيجية التصنيع، بينما ترجع ضرورة إعداد الخطط السنوية لتحويل الخطة متوسطة الأجل إلى برامج عمل.

1-2.3 عمليات التخطيط الصناعية الأساسية:

تشمل عمليات التخطيط الصناعية الأساسية ما يلي:

أ - خطة الإنتاج (كمية الإنتاج – تكاليف الإنتاج – الفائض).

ب- خطة الاستثمار وامتلاك الأصول الثابتة.

ج- خطة القوى المنتجة وإنتاجية العمالة.

د- خطة التقنية.

هـ- خطة الاستخدام الاقتصادي للمدخلات.

و- خطة الاستثمارات الاجتماعية والمرافقية.

ز- تقييم الكفاءة والمؤثرات على الخطط.

هذا إلى جانب المشروعات الصناعية الجديدة من حيث اختيار المشروع واختيار التقنية والسعات الإنتاجية الجديدة ودراسة المشروعات القائمة والتنسيق بين المشروعات الصناعية الجديدة والأنشطة الاقتصادية المرتبطة بها، واقتراح مواقع المشروعات الجديدة وتضمين المشروعات الجديدة في خطة الصناعة طويلة الأجل بالنسبة لكمية الإنتاج والمدخلات والقوى المنتجة واحتياجات الاستثمار، والمفاضلة بين تنفيذ المشروعات الجديدة كتوسع في المشروعات القائمة أو كمشروعات قائمة بذاتها.

وهذا الفصل يركز على التخطيط للمشروعات الجديدة.

1-2.4 هيكل ومحتوى الخطط الصناعية:

تتكون الخطط الصناعية من ثلاثة أجزاء هي:

أ - المشروعات الصناعية الثقيلة وهي المشروعات التي تنفذها الدولة وتقوم بتشغيلها وتسيرها إذا لم يقبل الأفراد على تنفيذها.

ب- المشروعات الصناعية الجماعية وهي المشروعات الصناعية المتوسط التي يمتلكها الأفراد سواء أكانوا منتجين بها أو لم يكونوا كذلك، وهي التي يمكن أيضاً أن ننفذها أو تشارك فيها الدولة والشركات العامة والمؤسسات المالية، إذا لم ينفذها الأفراد فقط، وكانت ذات أهمية للاقتصاد الوطني.

ج- المشروعات الصناعية الصغيرة التي ينفذها الأفراد أو التشاركيات الصناعية وهي المشروعات الصناعية الخفيفة التي يمتلكها ويقوم بإدارتها وتشغيلها شخصان طبيعيان على الأقل.

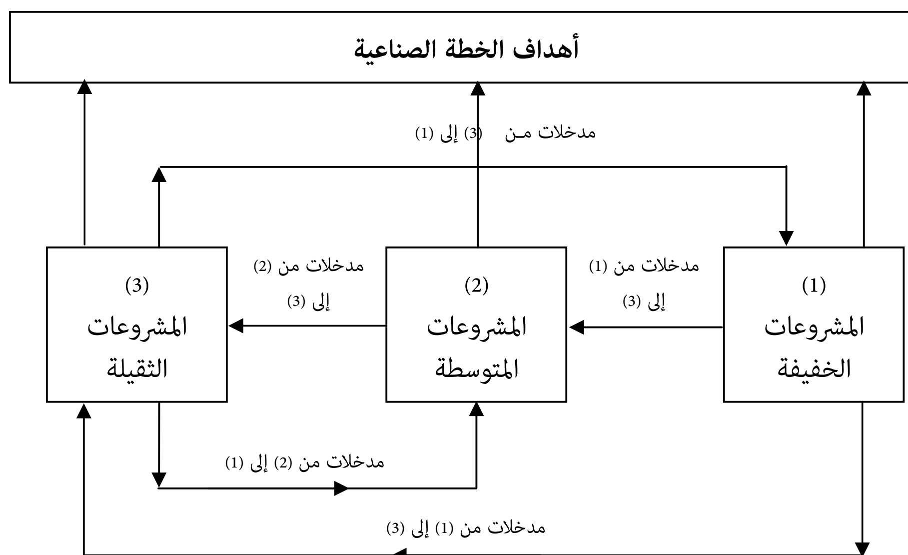
والاتجاه الغالب الآن هو أن الملكية العامة لا يلجأ إليها إلا بالنسبة للمشروعات التي يتعذر على الأفراد إنشاؤها أو إدارتها مثل المشروعات الصناعية الثقيلة والمشروعات الصناعية الإستراتيجية.

ويبين الشكل (1-1) العلاقات الترابطية بين الأنواع الثلاثة، كما يبين الشكل (1-2) تقسيم الخطة الصناعية إلى خطط للفروع الصناعية.

هذا ويختلف الوزن النسبي لكل نوع من هذه المشروعات من فرع لآخر من فروع الصناعة. ويحتاج تأمين تحقيق أهداف الخطة إلى وجود روابط فعالة بين الأنواع الثلاثة للمشروعات في كل فرع من فروع الصناعة، وهذه الروابط يتضمنها جزء الخطة المتعلق بوسائل تحقيق التنسيق والتكامل والتعايش والمشاركة في العمل بينها.

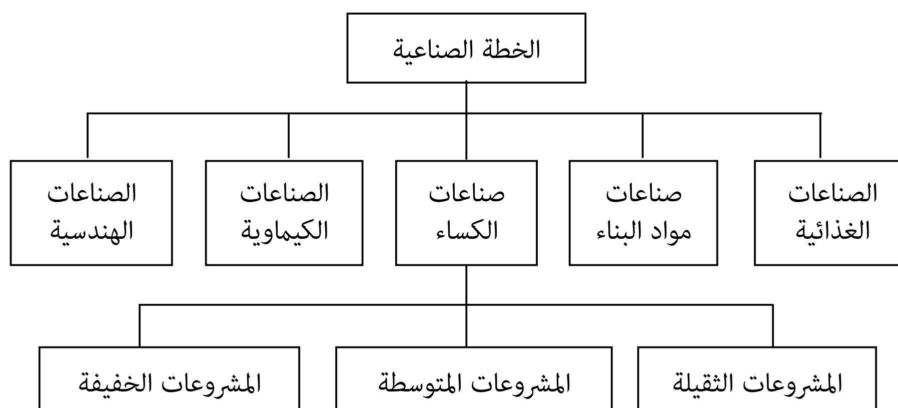
شكل (1-1)

العلاقات الترابطية بين أنواع المشروعات الصناعية الثلاثة



الشكل (2-1)

تقسيم الخطة الصناعة إلى خطط للفروع الصناعية



1-2.5 تسلسل التخطيط:

بصفة عامة ينبغي أن تعمم سلسلة التخطيط بحيث تؤمن تسلسلاً مناسباً للعمل وترابطاً للخطوات المختلفة في إعداد خطة التصنيع، وعادة تتم عملية التخطيط كالآتي:

أ - تعد الجهات المختصة المسودة الأولى للخطة العامة على أساس الخبرة السابقة وطبقاً لعدد من المعايير الاقتصادية الشاملة مثل نمو الناتج المحلي الإجمالي والسكان وتوزيع الدخل... الخ. وتقسم هذه المسودة إلى خطوط عامة لخطط للقطاعات الاقتصادية المختلفة طبقاً للأدوار المخصصة لكل قطاع ثم لخطط للفروع الصناعية المختلفة.

ب- يطور قطاع الصناعة في إطار هذه الخطوط العامة إلى خطط رئيسية للمشروعات الصناعية والفروع الصناعية والسياسات والإجراءات والوسائل لتنفيذها. ويتضمن تسلسل التخطيط العلاقات الرئيسية التي تغطي المراحل من المشروعات والفروع إلى القطاع ككل وكذلك العلاقات الأفقية التي تغطي التوافق بين المشروعات الصغيرة والمتوسط والثقيلة في كل فرع من فروع الصناعة.

ج- أدت الخبرات المكتسبة إلى إتباع الأسلوب التكراري وهو إعادة تشكيل مسودات الخطط في المراحل المختلفة لإعداد الخطط. وذلك حتى يمكن تدقيق الأهداف القطاعية نظراً لأن الأنشطة بين القطاعات متداخلة ومترابطة ولأن تنسيق الأهداف يتطلب أن تكون العلاقات بينها واضحة.

1-2.6 متابعة تنفيذ خطة الصناعة:

أ - يعتمد تقييم التقدم في تنفيذ خطة الصناعة على وجود جهة عليا مسئولة تشرف على المواظبة على أن تقدم للجهات المسئولة عن تحقيق الأهداف تقارير دورية كاملة ودقيقة عن تقدم العمل في تنفيذ المشروعات الصناعية حتى يمكن تدبر موقف التنفيذ والتعرف على أسباب التأخير واتخاذ الإجراءات الصحيحة في وقتها. وعلى المسئولين عن المشروعات القائمة التدبر في أمر تحقيق الأهداف وتقديم

تقارير دورية عنها وبيان الصعوبات والاختناقات التي تخرج عن نطاق قدراتهم. وينبغي أن تغطي متابعة الخطة كلا من المشروعات القائمة، والتي تحدث التنفيذ. وفي البلدان التي تطبق نظام التراخيص الصناعية يقدم أصحاب المشروعات الخاصة مثل هذه التقارير.

ب- يقصد بمراقبة الخطة النظام الموضوع للمتابعة المنظمة للتنفيذ في شكل تحليل إحصائي مقارن للأرقام المحققة بالنسبة للأهداف المقررة، وينبغي أن يتضمن تقرير المتابعة المؤشرات نفسها الواردة بالخطة حتى يمكن التعرف على الاختناقات بسهولة وتحديد أسبابها وتقييم مدى تأثيرها على تحقيق الأهداف. وإعداد التوصيات بالإجراءات التصحيحية.

ج- ينبغي أن تقدم تقارير دورية عن تنفيذ خطة الصناعة إلى الجهة المسئولة عن الإشراف على التنفيذ حتى يمكن لها أن تعبئ الجهود للتغلب على الصعوبات.

1-3 بعض الاعتبارات التخطيطية المتعلقة بسياسة التصنيع:

1-3.1 سياسة التصنيع:

تحدد إستراتيجية وسياسة التصنيع في المرحلة القادمة: الهدف العام والأهداف الفرعية. وفيما يلي بعض الاعتبارات المتعلقة بسياسة التصنيع:

أ - يعمل التصنيع على استغلال الموارد المحلية لتحقيق الاكتفاء الذاتي وعلى تقوية الروابط بين قطاعات الاقتصاد وكذلك الروابط بين فروع الصناعة ومشروعاتها سواء تم في ظل الاتجاه نحو الإحلال محل الواردات، أو نحو تعظيم التصدير.

ب- أن تطوير الصناعات التي تقوم على الموارد المحلية وتستخدم المواد المتوفرة محلياً له أهمية كبيرة بالنسبة لتحقيق النمو المعتمد على الذات والمكتفي ذاتياً.

ج- تعتبر الصناعات الزراعية من أهم الصناعات التي تقوم على الموارد المحلية.

د- إن مسح موارد الخامات الصناعية المحلية يشكل نشاطاً مستمراً لتقوية استخدام هذه الموارد في الصناعة.

هـ- العمل على تحقيق التوافق بين الإنتاج الصناعي والمواد المحلية من حيث المنتجات وتصميمها والمدخلات اللازمة لإنتاجها، فمثلاً المنسوجات يمكن إنتاجها على أساس تقنيات مختلفة من الأنوال اليدوية إلى الأنوال الآلية، كما يمكن إنتاجها في أشكال مختلفة ومن مواد مختلفة: ألياف طبيعية أو صناعية. وكذلك توجد بدائل كثيرة للمواد التي تدخل في صناعة المنتجات مثل استخدام الغاز الطبيعي في الاختزال المباشر لصناعة الحديد الإسفنجي لإنتاج الصلب.

و- تحديد الإمكانات لربط أكبر عدد من المشروعات الصناعية بالمواد المحلية التي تتوفر بكثرة مثل المنتجات المصنوعة من الأسمنت ومن المواد البتروكيماوية.

ز- الاهتمام بالمشروعات المشتركة مع البلاد الشقيقة والصديقة لتجميع الموارد وإقامة القدرات الصناعية الكبيرة لتصنيع المواد الخام المتواجدة فيها وتصدير الفائض.

ح- الاهتمام بالصناعات ذات الارتباطات الأمامية والخلفية الكثيرة لأن هذه الصناعات تعزز وضعاً منشطاً يمكن من تطوير القطاع الصناعي بمعدلات نمو مرتفعة.

1-3.2 أهمية الترابط أو العلاقات المتبادلة بين مختلف الصناعات:

أ - الترابط أو الجذب قد يكون خلفياً، والترابط الخلفي هو الذي ينتج عن إقامة صناعة ما توفر طلباً جديداً على مواد تستخدمها هذه الصناعة مما يشجع على إقامة صناعة ما جديدة ويقال أن الصناعة الأولى تمارس جذباً على هذه الصناعة الجديدة. والترابط أو الجذب الأمامي هو الحافز الذي تفرزه إقامة صناعات جديدة تستخدم منتجات الصناعة الأولى كمواد أولية أو مدخلات. ويقال أن الصناعة

الأولى تمارس جذباً أمامياً على هذه الصناعات. والصناعات ذات الجذب الأعظم تخلف تنشيطاً أعظم من غيرها من الصناعات وتسرع عجلة التصنيع.

ب- يوجد عنصران أساسيان لقياس الجذب وهما:

- أولاً: أهمية الجذب ويقاس بالقيمة المضافة السنوية للصناعات التي تمارس الصناعة موضوع البحث جذباً عليها سواء كان خلفياً أو أمامياً.
- ثانياً: قوة الجذب، ويعبر عنها بمدى احتمال إقامة الصناعات التي تمارس الصناعة موضوع البحث جذباً عليها.

وتختلف طريقة قياس قوة الجذب الخلفي عن قياس قوة الجذب الأمامي، فإن قوة الجذب الخلفي تقاس بنسبة كمية المواد التي تنتجها الصناعات المنجذبة إلى الحجم الاقتصادي الأدنى لها، فإذا كانت تساوي الواحد الصحيح دل ذلك على أن إقامة الصناعة الجاذبة كفيلة بتأمين طلب مساو للحجم الاقتصادي الأدنى للصناعة المنجذبة.

أما قوة الجذب الأمامي فإنه يصعب قياسها ويمكن اعتبارها النسبة التي تساهم بها مخرجات مشروعات أو صناعة ما في تكوين قيمة السلع المنتجة في مشروع أو صناعة ثانية منجذبة من حيث القيمة، ومن الواضح أنه كلما كانت السلعة التي ينتجها المشروع أو الصناعة الأولى ويستخدمها المشروع أو الصناعة الثانية كمدخل تساهم بنسبة كبيرة في تكوين قيمة السلعة التي ينتجها المشروع أو الصناعة الثانية كلما كانت قوة الجذب الأمامي كبيرة.

ج- يقاس الجذب الكلي بمجموع حاصل ضرب كل من أهمية الجذب وقوة الجذب لكل من الصناعات المنجذبة. ويوجد تناسب عكسي بين عنصري الجذب الذي تمارسه صناعة ما، فعندما تكون أهمية الجذب ذات قيمة عالية تكون قوة الجذب ذات قيمة منخفضة.

د- يتطلب الأمر الاسترشاد في هذا الصدد بالدراسات التي أجريت في البلاد الصناعية التي اتضحت فيها علاقات الترابط والجذب بين الصناعات المختلفة. ويبين الجدول (1-1) نتائج دراسة أعدت لكل من الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وإيطاليا لثلاث فئات من الصناعات هي:

1- الصناعات التحويلية الوسيطة أي التي تنتج سلعاً وسيطة (نصف مصنعة).
2- الصناعات التحويلية النهائية أي التي تنتج سلعاً تلبي الطلب النهائي.
3- الصناعات الأولية الوسيطة أي التي تنتج منتجات أولية وسيطة.

وقد تم ترتيب صناعات كل فئة ترتيباً تنازلياً وفقاً لمجموع متوسط الصلات الخلفية ومتوسط الصلات الأمامية.

جدول (1-1)

متوسط الصلات بين بعض الصناعات في الولايات المتحدة وإيطاليا واليابان

	متوسط الصلات الخلفية	**متوسط الصلات الأمامية**	**مجموع متوسط الصلات الخلفية ومتوسط الصلات الأمامية**
1- الصناعات التحويلية الوسيطة (صلات خلفية مرتفعة وصلات أمامية مرتفعة)			
صناعة الحديد والصلب	66	78	144
الصناعات المعدنية غير الحديدية	61	81	142
صناعة معجون الورق والكرتون	57	78	135
صناعة المنتجات البترولية	65	68	135
صناعة منتجات الحجم	62	67	130
صناعة المنتجات الكيميائية	60	61	121

	متوسط الصلات الخلفية	متوسط الصلات الأمامية	مجموع متوسط الصلات الخلفية ومتوسط الصلات الأمامية
صناعة النسيج	67	57	124
صناعة منتجات الكاوتشوك	51	48	91
2- **الصناعات التحويلية النهائية** (صلات خلفية مرتفعة وصلات أمامية مرتفعة)			
صناعة الدقيق	81	42	131
صناعة الجلد والمنتجات الجلدية	66	27	103
صناعة الخشب والمنتجات الخشبية	61	21	12
صناعة الأجهزة الآلية	61	12	81
صناعة وسائل النقل والمواصلات	60	20	80
صناعة الآلات	51	28	71
صناعة المنتجات المنجمية غير المعدنية	47	30	77
الصناعات الغذائية	61	18	76
صناعة السفن	58	14	72
صناعات مختلفة	43	20	62
3- **فعاليات أولية وبسيطة** (صلات خلفية مرتفعة وصلات أمامية مرتفعة)			
استخراج المعادن	21	93	114
استخراج البترول والغاز الطبيعي	15	97	112
استخراج الفحم	21	84	107
صناعة الكهرباء	27	59	87

ويتضح من الجدول أن الصناعات التحويلية الوسيطة، هي غالباً صناعات ثقيلة تمارس صلات أكثر من الصلات التي تمارسها الصناعات الأخرى، كما يتضح أن صناعة الحديد والصلب تستأثر بأعلى قيمة للصلات.

1-3.3 أولوية الصناعات التي يتحقق لها التوافر النسبي لعوامل الإنتاج:

يدعو قانون التوافر النسبي لعناصر الإنتاج للاتجاه لإنتاج السلع التي تمتص كميات كبيرة من عناصر إنتاج متوافرة بكثرة، بينما لا تمتص إلا القليل من عنصر إنتاج متوافر بكميات قليلة، وأهم هذه العناصر هي القوى المنتجة والمواد ورأس المال.

وينبغي دائماً عدم الاعتداد بالواقع المتخلف، والعمل على خلق بنية جديدة تتميز بتوافر نسبي أفضل لعوامل الإنتاج يؤدي إلى إضطراد التنمية، وذلك عن طريق إعطاء الأولوية للصناعات المنشطة أكثر من غيرها للاقتصاد الوطني. وهناك بلاد كثيرة كانت زراعية وإنتاجية الفرد فيها منخفضة نسبياً، ثم أصبحت صناعية وإنتاجية الفرد فيها مرتفعة نتيجة لتغير التوافر النسبي لعوامل الإنتاج.

1-3.4 حجم السـوق:

يعتبر حجم السوق من أهم العوامل التي تؤثر على قيام الصناعات الأساسية لإنتاج السلع الإنتاجية والوسيطة. ويحتاج الأمر بالنسبة لهذه الصناعات إلى إجراء الآتي:

أ - حساب الحد الاقتصادي الأدنى لإنتاج المجموعات الرئيسية للصناعات الأساسية ومراحل الإنتاج التي تتوفر لها المقومات، وذلك على ضوء احتياجات البلد من منتجاتها، فمثلاً أقيمت مصانع صغيرة نسبياً ناجحة لدرفلة الصلب في بلاد صغيرة.

ب- بعد دراسة إمكان إقامة وحدات إنتاجية صغيرة لصناعات أساسية مثل مصانع الصلب بطريقة الاختزال المباشر والأفران الكهربائية، يمكن دراسة منتجات بديلة

يحتاج تصنيعها إلى طرق أقل تكثيفاً لرأس المال والي حجم إنتاج اقتصادي صغير نسبياً، فمثلاً يمكن تشجيع قيام مصانع هندسية خفيفة في المناطق النائية ووحدات هندسية ميكانيكية صغيرة لإصلاح السلع المعدنية وإنتاج قطع الغيار البسيطة.

ج- دراسة إمكان التعاون مع البلاد الشقيقة والصديقة المجاورة على أساس التجميع المخطط لعناصر الإنتاج.

1-3.5 اختيار التقنية الصناعية المناسبة:

التقنية المناسبة هي التي تؤمن عملياً التشكيلة المثلى من القوى المنتجة المتوفرة من موارد الاستثمار المتاحة في شكل وسائل مالية وبصفة خاصة النقد الأجنبي ومن الموارد الطبيعية. وتعظيم عملية التصنيع يتطلب العمل على اختيار التقنية التي تحقق إقامة وحدة إنتاجية مناسبة لحجم السوق وكذلك الحصول على المستحدثات التقنية لتحسين كفاءة الإنتاج مقابل إنفاق قليل نسبياً، مثل الحصول على التقنيات الحديثة للصناعات الزراعية كالتقنية البيولوجية والهندسية الجينية التي يمكن أن تلعب دوراً حاسماً في تحسين إنتاجية العمالة والاستثمار.

1-3.6 تكامل التخطيط للتقنية مع التخطيط الصناعي:

يمكن لوحدات البحث والتطوير التي تنشأ في المشروعات الصناعية الكبيرة وفي تجمعات الصناعات المتوسطة والصغيرة أن تسيطر على التقنية المستوردة وتعدلها وتطورها، كما يمكن لها أن تسهل إنتاج قطاع الغيار المطلوبة وذلك على الوجه الآتي بشكل عام:

- تنظيم عملية توفير قطع الغيار عن طريق التخطيط وتنسيق الجهود لإنتاج بعض قطع الغيار محلياً أو إدخال بعض التعديلات في تصميم المعدات.
- إعداد الخطة التقنية قبل إعداد خطط الإنتاج يمكن من اتخاذ القرارات المتعلقة باختيار التقنية التي تناسب أنواع المنتجات التي تنتج والمدخلات والطرق المناسبة

لإنتاجها، كما أن الخطط التقنية ينبغي أن تحتوي على الأمور الخاصة بالتنميط وقطع الغيار وإجراءات تحفيز خلق هيكل إنتاج صناعي يستخدم المواد المحلية.

- الاهتمام بالتعاون مع البلاد العربية الشقيقة والصديقة في مجالات الحصول على التقنية وتطويعها وإجراءات البحوث الصناعية ومواجهة التغيرات التقنية.

1-4 التخطيط للمشروعات الصناعية:

1-4.1 التخطيط للمشروعات الصناعية الثقيلة:

أ - إجراء تحليل للسوق للمجموعات الرئيسية من المنتجات التي يفضل إنتاجها في مصانع ثقيلة وعلى وجه الخصوص المصانع التي لها ارتباطات أمامية قوية.

ب- يؤخذ في الاعتبار في التخطيط للمشروعات الثقيلة العوامل الخارجية مثل تكاليف نقل المواد الخام والمنتجات النهائية حيث انه في بعض الحالات (مثل الأسمنت) تؤثر تكاليف النقل على اقتصاديات الإنتاج الكبير نتيجة تركيز السعات الإنتاجية في مواقع قليلة.

ج- قد يفضل إنشاء المصانع الثقيلة على مراحل بحيث يمكن تفادي عدم التوازن بين الطلب والعرض، ونقط الاختناق بالنسبة للقوى المنتجة والمرافق المادية والاجتماعية، وكثرة تنويع الإنتاج ... الخ، وإضافة ما تنشأ حاجة إليه من وحدات أفقية ورأسية إنتاجية رئيسية أو خدمية صناعية وكذلك مرافق مادية واجتماعية. وتوجد مجالات كثيرة في هذا الصدد مثل إضافة المصانع ذات الارتباطات الخلفية والأمامية واحدة وراء الأخرى كما هو الحال في مجمعات الحديد والصلب.

د- يمكن الاستفادة من اقتصاديات الإنتاج الكبير بإقامة المصانع التي تنتج منتجات متشابهة أو منتجات متكاملة في تجمعات مثل إنشاء مجمع لإنتاج المعدات الكهربائية المختلفة، وفي هذه الحالة يمكن إضافة سعات إنتاجية جديدة للمجمع الصناعي في كل خطة صناعية متوسطة الأجل.

هـ- اختيار طرق إنتاج نمطية ومنتجات نمطية يفيد في أنه يمكن الحصول عليها من مصادر كثيرة، كما أن التقنية النمطية يسهل استيعابها وتطويرها، وبالنسبة للتقنيات الحديثة الدقيقة التخصص، ينبغي توخي الحذر عند اختيارها والتحقق من أنه قد ثبت نجاحها عملياً ومن أن الظروف المحلية مهيأة لاستخدامها.

1-4.2 التخطيط للمشروعات الصناعية الخفيفة:

أ - ينبغي أن تنسق خطة المشروعات الخفيفة مع خطتي المشروعات المتوسطة والثقيلة لتنظيم الروابط والعلاقات التشجيعية بين المشروعات الخفيفة والمشروعات المتوسطة والثقيلة في كل فرع من فروع الصناعة.

ب- من الضروري التعرف في كل فرع من فروع الصناعة على مدى إمكان التوجه لتصغير حجم المشروعات في الصناعات التي يمكن أن يقام فيها مصانع متوسطة، ومدى الفائدة التي تتحقق من إقامة مصانع خفيفة متفرقة بدلاً من مصنع واحد متوسط. وبصفة عامة يمكن أن تكون المصانع خفيفة أو متوسط في كثير من الصناعات وخاصة صناعة السلع الاستهلاكية لأسباب كثيرة منها تكاليف التخزين وتكاليف التوزيع وظروف السوق ... الخ.

كما يمكن حتى بالنسبة لبعض سلع الصناعات الأساسية أن تكون المصانع الخفيفة مجدية اقتصادياً مثل المصانع المتوسطة والثقيلة فمثلاً صناعة الأسمنت تشمل أربع أحجام للمصنع:

- مصانع كبيرة جداً 3000 طن/ يوم أو أكثر
- مصانع نمطية 3000 طن/ يوم
- مصانع صغيرة 200 طن/ يوم

كما أنه عند إقامة مصنع مطروقات مركزي صغير في فروع الصناعات الهندسية تدرس المزايا المباشرة وغير المباشرة على المدى البعيد مثل تدريب الكفاءات وتشجيع وتكثيف عمليات التصنيع التي ترتبط بها عملية الطرق ارتباطاً أمامياً وما يتبع ذلك من زيادة الطلب على عمليات الطرق، والاحتمالات المتوقعة لتوسيع مصنع المطروقات على خطوات ليصبح مصنعاً متوسطاً أو ثقيلاً في المستقبل.

ج- تنظيم التعاون في الإنتاج بين المصانع الخفيفة وبين المصانع المتوسطة والثقيلة بحيث تقوم المصانع الخفيفة بإجراء بعض العمليات للمصانع المتوسطة والثقيلة على أساس نظام التعاقد من الباطن، فمثلاً يمكن للمصانع الخفيفة أن تنتج أجزاء للسيارات والأجهزة المرئية والدراجات وآلات الخياطة ويحتاج ذلك إلى جهد وتخطيط وتدريب.

1-4.3 إنشاء مباني مجمعة للصناعات الخفيفة:

ويراعي فيها إن يكون الطريق الموصل لها طريقاً رئيسياً، وأن تكون بها محطة مركزية للمياه والكهرباء والبخار، وأن تكون مزودة بمراكز تريب على المهن المتعلقة بالصناعات الموجودة في المباني المجمعة، ووحدة للبحث والتطوير لتقديم الخدمات التقنية لهذه الصناعات، وبذلك يتحقق لهذه الصناعات اقتصاديات الحجم الكبير بالنسبة للمرافق والخدمات الصناعية، الأمر الذي يساعد على أن يوزع النشاط الصناعي في الخطة بين المصانع الخفيفة والمتوسطة والثقيلة توزيعاً مناسباً.

1-5 منظومة المعلومات للتخطيط الصناعي:

أ - المادة الابتدائية لتصميم الخطة الصناعية هي البيانات الإحصائية عن الأنشطة الحالية والماضية.

ب- يوجد نوعان من البيانات الإحصائية التي يحتاج إليها التخطيط الصناعي:

- بيانات المسلسلات الزمنية لدراسة الاتجاهات السابقة والتوقعات المستقبلية.
- البيانات المستعرضة في الأنشطة والفروع لتحديد أحوال العوامل المختلفة مثل تفضيلات المستهلكين والمستخدمين للمنتجات لتقدير حجم الطلب عليها.

ج- يحتاج التخطيط الصناعي إلى عدد من البيانات في شكل معايير فنية مثل الاستهلاك الوسيط من المنتجات الأساسية، الصلب والكيماويات والبتروكيماويات والأسمنت ... الخ، وكذلك متوسط احتياجات الفرد من السعرات الحرارية والبروتينات لتقرير الأهداف بعيدة المدى لمواجهة متطلبات تحديث الزراعة عن طريق الصناعة.

د- من المتعارف عليه في البلاد النامية أن تقسم خطة قطاع الصناعة إلى فروع وأنشطة حسب التصنيف الصناعي القياسي الدولي وأن تجمع البيانات حسب هذا التصنيف.

مثال:

التصنيف 3 أرقام (الفرع):	**التصنيف 4 أرقام (الأنشطة):**
312/311 تصنيع الأغذية	3111 السلخ - تحضير وحفظ اللحوم.
	3112 تصنيع منتجات الألبان
	3113 تصنيع وحفظ الخضروات والفواكه
	3114 تعبئة وحفظ الأسماك

وقد تذهب بعض البلاد في تخطيطها إلى أنشطة فرعية ذات خمسة أو ستة أرقام .

هـ- يحتاج التخطيط الصناعي إلى عدد من المؤشرات مثل معدل نمو إجمالي الناتج المحلي والقيمة المضافة للصناعة التحويلية لفترات الخطط متوسطة الأجل ومساهمة الصناعة التحويلية في إجمالي الناتج القومي ونمو القوى المنتجة الصناعية. ويعتمد تطوير منظومة المؤشرات من الناحية الكمية على عدد من العوامل مثل مستوى التطور الصناعي وهيكلة الصناعة وتنوعها، كما يخضع من الناحية النوعية إلى بعض المبادئ مثل الانتظام والتوافق والمرونة والتفاضل.

و- من أهم المؤشرات لتحضير الخطة الصناعية طويلة الأجل:

إجمالي قيمة الإنتاج بأسعار السوق.

إجمالي القيمة المضافة على أساس التكلفة بدون الضرائب غير المباشرة والإعانات.

قيمة مجموعة المدخلات الوسيطة (المحلية والمستوردة)

قيمة صادرات السلع الصناعية.

مستحقات المنتجين (الأجور والمرتبات).

عدد المنتجين (الوطنيين والأجانب).

استهلاك الطاقة.

1-6 مراحل تحضير الخطط الصناعية:

1-6.1 تحليل الإنتاج الصناعي:

لازال الإنتاج في البلدان النامية يعتمد بدرجة كبيرة إما على النفط أساساً، في البلدان المصدرة للنفط، أو على الزراعة أساساً أو بدرجة ما على بعض صناعات تبعاً لمواردها الطبيعية والبشرية. إلا أن معظمها مازال يعتمد لحد كبير على البلاد الصناعية في الحصول على احتياجاته من وسائل الإنتاج والسلع الوسيطة.

وإعادة هيكلة قطاع الصناعة يتطلب الآتي:

1- مقارنة الطلب على السلع الرئيسية بالإنتاج:

الإنتاج المحلي – الطلب = التصدير أو الاستيراد

2- دراسة مدى تطور الروابط الخلفية مع كل من صناعات الإحلال محل الواردات والصناعات التصديرية. وتعتبر صناعات الإحلال محل الواردات غير هامة بالنسبة لإعادة هيكلة الاقتصاد الوطني إذا كان تطويرها لا يعظم ارتباطاتها الخلفية مع الصناعات والقطاعات الأخرى.

3- دراسة مدى تطور الصناعات الأساسية والوسيطة وارتباطاتها بالصناعات والقطاعات الأخرى.

1-6.2 تحليل إنتاج السلع الإنتاجية (وسائل الإنتاج والسلع الوسيطة):

بعض السلع يمكن أن تكون سلعاً رأسمالية أو سلعاً وسيطة مثل الصلب أنه يعتبر سلعة وسيطة للصناعات الهندسية وسلعة رأسمالية إذا استخدم في التشييد. وفي المراحل الأولى للتصنيع ينبغي التركيز على دراسة موازنات السلع الرأسمالية والوسيطة الرئيسية مثل الأسمنت والصلب والأسمدة والجرارات والناقلات والمضخات الزراعية ... الخ. ففي حالة الأسمنت مثلاً تكون موازنة الأسمنت جزء من إعداد خطة فرع مواد البناء والتشييد، وقد يتطلب الأمر دراسة إمكان استخدام مواد بديلة مثل الطوب والجير والبلاط... الخ، وكذلك دراسة التصميم الأكثر مناسبة للتشييدات المختلفة ومدى توفر المواد الخام الأخرى.

1-6.3 تحليل إنتاج السلع الاستهلاكية:

- يتطلب التحليل حساب معدل الاستهلاك للفرد من الاحتياجات الأساسية من الغذاء والكساء والسلع الاستهلاكية الضرورية الأخرى، وذلك اعتماداً على مسلسلات زمنية لهذه المعدلات.
- يتبع ذلك دراسة الاحتياجات اللازمة ومتطلبات تحقيق هذه الاحتياجات مثل الاستثمار والتقنيات والقوى المنتجة واحتمالات الاستيراد والتمويل... الخ.
- وعلى أساس المعايير التي تحدد في الخطة العامة لرفع مستوى المعيشة تحسب موازنات الأغذية المجهزة والكساء والأحذية والسلع الاستهلاكية الخفيفة الأخرى وكذلك سلع الاستهلاك المنزلي المعمرة مثل الأجهزة المرئية والدراجات والأثاث.
- يلاحظ أن منتجات الصناعة الخفيفة والصناعات الغذائية قد تشكل أكثر من 75% من

إجمالي السلع الاستهلاكية في البلاد النامية وثلثين هذا الإجمالي عبارة عن سلع صناعة زراعية.

- بعد ذلك تحسب السلع الوسيطة المطلوبة لإنتاج السلع الاستهلاكية، وكذلك إنتاج المصانع القائمة منها.
- يلاحظ أن جزءً كبيراً من هذه السلع الوسيطة مصدره الزراعة، الأمر الذي يتطلب توسيع نشاطها وتكثيفه، وهذا بدوره يتطلب منتجات صناعية مختلفة من الآلات الزراعية والجرارات والأسمدة ... الخ، وتعد الموازنات اللازمة لذلك بالاستعانة بمعايير قياسية للتعرف على الآثار التي يعكسها الاستثمار في الصناعة على القطاعات الأخرى مثل تأثير كيلوجرام واحد من السماد على إنتاج الزراعة، والاستثمار المطلوب للصناعة لإنتاج كيلوجرام من السماد. ويجدر التنويه بأنه ينبغي استكمال التوسع الرأسي للمصانع القائمة قبل تنفيذ أي مشروع جديد.

1-6.4 تحليل القوى المنتجة لقطاع الصناعة:

اعتماداً على المعايير الخاصة بالقوى المنتجة في الخطة العامة يمكن دراسة الاحتياجات لقطاع الصناعة على الوجه الآتي:

- تقدير المعدلات الفنية للقوى المنتجة في الفروع الصناعية المختلفة على أساس الخبرة. ويجدر التنويه بأنه ينبغي تقدير هذه المعدلات بدقة على أساس تحليل إنتاجية العمالة في كل فرع من الفروع.
- ينبغي أن تغطي خطة الصناعة الاحتياجات من التخصصات والمهارات المختلفة لكل من المشروعات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة.
- التخطيط لتدريب الأفراد له أهمية كبيرة ويشمل رفع مهارات الأفراد وتدريب الأفراد الجدد. وينطوي التدريب على أعمال الوظيفة وفقاً لخطة التعليم والتدريب

الصناعي والاستفادة في هذا الصدد بالفرص التي يتيحها إشراك المتدربين في العمل أثناء تنفيذ المشروعات.

1-6.5 تخطيط معدل نمو قطاع الصناعة:

- يتحدد معدل النمو في إجمالي الناتج المحلي المتولد في قطاع الصناعة بعوامل ثلاثة هي: معدل الاستثمار، النسبة المتزايدة لرأس المال إلى الإنتاج، التغييرات في نسبة الإنتاج لرأس المال. والعاملان الأولان يحددان نمو القطاع نتيجة للاستثمارات الجديدة، أما الثالث فإنه يؤدي إلى تنمية بدون استثمار جديد وذلك نتيجة للتحسين في استخدام التكوين الحالي لرأس المال.

- يمكن تحديد النسبة المتزايدة لرأس المال إلى الإنتاج بعد تقرير التقنيات التي تطبق، والمواد الوسيطة التي تستخدم، وتصميم وأنواع المنتجات ... الخ. وغني عن الذكر إنه ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار فترات التشييد وإمكانات استخدام السعة الإنتاجية القصوى.

- تعبر نسبة رأس المال للإنتاج عن العلاقة بين إجمالي التكوين الرأسمالي المستخدم وبين قيمة الدخل الوطني في سنة ما، وتتأثر بدرجة التكثيف في استخدام المعدات الرأسمالية. فإذا بقى بعضها معطلاً عن العمل أو عمل عملاً غير مستمر (أي إذا وجدت سعات إنتاجية زائدة) تتجه النسبة للارتفاع والعكس بالعكس.

- المعدل الإجمالي لنمو الصناعة يساوي مجموع معدل النمو الناتج عن الاستثمار الجديد ومعدل النمو نتيجة لتحسين استخدام السعات الإنتاجية القائمة.

- تحتوي الخطة الصناعية على معدلات النمو لكل فرع من فروع الصناعة ولكل من المشروعات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة في كل فرع، وبذلك تتيح الخطة الصناعية الفرصة للتوسع في الصناعة وفقاً للموارد المتاحة لكل نوع من المشروعات، وبعد

حساب معدلات النمو للقطاعات المختلفة بطريقة موحدة يمكن ضبط معدل النمو للخطة العامة النهائية، وبذلك تتحقق فكرة التخطيط من أسفل إلى أعلى التي تكمل فكرة التخطيط من أعلى إلى أسفل التي تبدأ بالمسودة الأولى للخطة العامة.

1-7 التخطيط لفروع الصناعة:

1-7.1 تحليل الموقف الحالي لفروع الصناعة:

- هذا التحليل يعتمد بدرجة كبيرة على نتائج تنفيذ الخطة السابقة،ويسهل إجراؤه إذا كان توثيق البيانات والمعلومات يتم وفقاً لنظم دقيقة ومنظمة. ويبدأ التحليل بتقييم السعات الإنتاجية القائمة وذلك باستخدام أربعة أنواع من المؤشرات؛ الأولى هي السعات الإنتاجية النظرية، والثانية معدل استخدام هذه السعات، والثالثة ملكية المشروعات خاصة (فردية أو مساهمة) أو عامة، والرابعة الإنتاج المحتمل للصناعات الصغيرة الحديثة والصناعات الصغرى التقليدية والأسر المنتجة وهذه الصناعات تعتمد على طموح الأفراد وتطلعهم للإقبال عليها.
- تتقرر اتجاهات وحدود التوسع لكل فرع على ضوء الموارد المحلية والسلع الوسيطة المنتجة محلياً وهي المواد الخام المحلية، والموارد الزراعية والحيوانية وموارد الطاقة وذلك بالنسبة لكل منطقة.

1-7.2 تركيز الإنتاج

يوفر التخطيط لفروع الصناعة الفرصة لتجميع إنتاج سلعة أو مجموعة من السلع المتشابهة في وحدات إنتاجية للاستفادة بقدر الإمكان من اقتصاديات الحجم الكبير، وينبغي أن يعمل حساب الفقد الذي يترتب على هذا التجميع، فمثلاً الصناعات الزراعية قد يتعذر تجميعها بسبب ما قد يترتب على التجميع من زيادة الخسارة في التلف

وفي زيادة تكاليف النقل من المزارع إلى المصنع ومن المصنع إلى الأسواق، وذلك بعكس الأمر بالنسبة لصناعة معدنية ثقيلة مثل صناعة الحديد والصلب.

1-7.3 التخصص:

- ينبغي أن يبني التخطيط للصناعات الهندسية والكهربائية التي تحتوي على منتجات كثيرة متنوعة على إعادة تنظيم وإعادة هيكلة السعات الإنتاجية القائمة، بحيث تتوافق مع السعات المخططة، وذلك بغرض زيادة تركيز إنتاج المكونات المتشابهة في وحدات إنتاجية واحدة لتحقيق زيادة في إنتاجية الآلات والقوى المنتجة نتيجة للتخصص، وبالإضافة إلى ذلك فإنه مع زيادة حجم دفعات المنتجات نتيجة لتجميع إنتاجها في وحدة واحدة يمكن أن تستخدم وسائل الإنتاج الكبيرة في إنتاج السلع الوسيطة.
- من الأمور الهامة أن يعمل حساب للاستفادة من المصانع الصغيرة عن طريق إتباع سياسة صناعية تعمل على تشجيع إقامة عدد من المصانع لتجميع الأجهزة المرئية والمسموعة والأجهزة الأخرى، وتحصل على المكونات والأجزاء من مصنع متوسط يصنعها بكميات كبيرة، لأنه من الأفيد للبلد تركيز الاستثمار في تصنيع أجزاء الأجهزة المرئية والمسموعة والسيارات، وكذلك الأمر بالنسبة للصناعات المحورية مثل المطروقات والمسبوكات فإن إنشاء مصنع مركزي ينتج قطعاً نمطية يلعب دوراً هاماً في تصنيع البلد.

1-7.4 تشكيلة المنتجات:

- ينبغي التطلع لأحسن تشكيلة ممكنة في كل فرع من فروع الصناعة، فمثلاً في التخطيط لصناعة الحديد والصلب تتقرر مراحل الإنتاج والخدمات الضرورية

لتعظيم الفائدة من المنتجات الثانوية التي تنتج من عمليات التصنيع في كل مرحلة وتقليل تكاليف نقل المواد الوسيطة.

- وتلعب تشكيلة الإنتاج أيضاً دوراً هاماً في الصناعات الكيميائية التي تترابط فيها مدخلات ومخرجات التفاعلات الكيماوية ترابطاً قوياً ولذلك فإنه من المرغوب فيه إنشاء مجمعات للفروع المختلفة للصناعات الكيميائية الأساسية.

1-7.5 التكامل:

ينبغي العمل عند التخطيط للفروع الصناعية على تحقيق التكامل بين المصانع الصغيرة والمصانع المتوسطة والثقيلة عن طريق أن تقوم المصانع الصغيرة بعمليات إنتاجية أو تنتج أجزاء لمنتجات المصانع المتوسطة والثقيلة، ويتم ذلك عن طريق تنظيم التعاقد بينها على إجراء هذه العمليات أو إنتاج هذه الأجزاء وتقديم المساعدة والتشجيع للمصانع الصغيرة في مجالات تدريب الأفراد والحصول على التقنية.

1-7.6 التنبؤ بحجم الطلب:

يحتاج التخطيط لفروع الصناعة إلى التنبؤ بحجم الطلب، لفترات تمتد من عشرة لخمسة عشر سنة، والي تحليل للطلب الخاص بالسلع الرئيسية والقوى المنتجة والمواد الإستراتيجية والطاقة والي تقدير لموارد المواد الخام المتجددة وغير المتجددة.

كما يحتاج التخطيط إلى معلومات كمية كافية عن أحسن الطرق الاقتصادية للوفاء بالطلب على المنتجات المختلفة، فمثلاً في صناعات مواد البناء والتشييد؛ يعتمد التنبؤ على نوع التشييد والتصميم الذي يعظم استخدام الحجر الجيري في الأماكن التي يكثر فيها هذا الحجر، وعلى استخدام مونة البناء وبلاط الأرضيات المصنوع من مخلفات المناجم والمحاجر من ناعم السليكون والدولوميت في الأماكن القريبة منها.

1-8 إعداد المشروعات الجديدة وتضمينها في الخطة الصناعية:

1-8.1 الإجراءات التكرارية للتخطيط الصناعي ودور إعداد المشروع:

تقسم مسودة الخطة الصناعية إلى خطط لفروع الصناعة، ويراعى فيها التنسيق بين السعات الإنتاجية القائمة وبين الارتباطات بينها وبين الفروع الصناعية الأخرى والقطاعات الاقتصادية المعنية ، ويتم ذلك من واقع الممارسة الفعلية للنشاط الصناعي.

وبعد تحليل السعات الإنتاجية القائمة تعد موازين للمنتجات الرئيسية للخطط السنوية والمتوسطة الأجل والطويلة الأجل. وهذه الموازين تحتوي على الإنتاج المحلي والاستيراد والمخزون. ويراعى في الإنتاج المحلي أفضل الإمكانات لاستخدام السعات القائمة على أساس إعادة تنظيم عملية الإنتاج والسعات الجديدة المطلوبة، الأمر الذي يمكن من التعرف بصفة مبدئية على طبيعة وحجم ومجال المشروعات الجديدة المطلوبة، وعلى التوسع في السعات القائمة. وتعطي الموازين المرشدات الأولى لتحديد مواقع السعات الجديدة. وتحسب النسب المتزايدة لرأس المال/ الإنتاج للتقنيات البديلة لتسهيل إجراء تحليل تفصيلي مبني على اختيار التقنية المناسبة، وذلك لكل من المشروعات الصغيرة والمتوسطة والثقيلة.

ويتم التعرف على الأنشطة التي تخصص للمشروعات الصغيرة والمتوسطة والثقيلة وفقاً للنسب المخصصة لكل منها في الخطة وتقدر الاستثمارات المطلوبة لكل منها.

ويوزع الاستثمار المطلوب للإنتاج الجديد على السنوات المختلفة. وعلى أساس هذا التوزيع يمكن التعرف على الأهمية النسبية للمشروعات ثم تدرس الاحتياجات من الأفراد والطاقة والمياه وغيرها.

وهذه الحسابات التكرارية تؤدي إلى خطة صناعية متوازنة بقدر الإمكان، تبين

السعات الإنتاجية القائمة التي يمكن استغلالها استغلالاً أفضل، والسعات الجديدة التي تنشأ، والتقنيات والمدخلات والمخرجات والمواقع الخاصة بها. وتحديد هذه السعات الإنتاجية يعتبر نقطة البداية لإعداد المشروعات، وتجري لها الدراسات لتقدير تكاليفها وتمويلها بالنقد المحلي والأجنبي خلال الخطة المتوسطة الأجل. وينبغي أن تكون المشروعات صحيحة فنياً ومجدية اقتصادياً.

وإعداد هذه المشروعات يحقق مبدأ التخطيط من أسفل إلى أعلى المكمل للتخطيط من أعلى إلى أسفل. ويحتاج التخطيط إلى تقوية القدرات الهندسية الاستشارية لإعداد دراسات الجدوى وتقارير المشروعات الفنية الاقتصادية.

1-8.2 التقييم المالي للمشروعات الصناعية:

- يساعد التقييم المالي للمشروعات على إظهار فرص الاستثمار، كما يشكل وسائل قياس وسياسات مناسبة تتخذ لتأمين تنفيذ المشروعات. هذا بالإضافة إلى أنه يستخدم في اختيار البدائل التي يمكن دراستها بالنسبة لخطة كل فرع. وفيما يلي البدائل المختلفة التي تراعي بصفة عامة في التخطيط الصناعي:

  أ - عمليات الإنتاج المختلفة لإنتاج سلعة ما باستخدام تقنيات مختلفة أو مواد مختلفة.

  ب- الإحجام المختلفة للإنتاج.

  ج- التشكيلات المختلفة للمنتجات.

  د- المواقع المختلفة للمشروعات.

- التقييم المالي للمشروعات الذي يركز بصفة أساسية على طرق الخصم التي تبني، إما على صافي القيمة الحالية أو معدل العائد الداخلي.

1-8.3 التقييم الاقتصادي للمشروعات الصناعية:

تستخدم طريقة تحليل التكاليف والفوائد الاجتماعية للمشروع حيث أن التقييم المالي للمشروع لا يظهر مساهمته في الاقتصاد الوطني. ويمكن أن تستخدم هذه الطريقة لتعظيم الفوائد الاجتماعية للمشروع. وهذه الطريقة تعتمد على الأسعار المحاسبية في تقدير تكاليف وفوائد المشروعات على أساس موحد.

الفصل الثاني

2 - المنشأة الصناعية والعوامل المؤثرة فيها

2-1 مقدمـة:

تعتمد الإدارة الفعالة للمنشأة على دراسة السمات التي تنبثق من طبيعة المنشأة نفسها، والتي تتمثل في هيكلها والسلعة أو الخدمة التي توفرها أو تقدمها، والأسواق التي تسعى لخدمتها، وعدد آخر من الملامح التي ترسم في مجموعها صورة واضحة لمنشأة بعينها.

إن دراسة طراز المنشأة أمر له أهميته في تحديد الإدارة تحديداً سليماً. إن للطراز الذي تنتمي له المنشأة التي تديرها أهمية للاستفادة من جهودها استفادة مثلى. ومن الواضح أن الصناعة الواحدة (أو فرع الصناعة الواحد) قد تحتوي على منشآت من عدة طرازات وليس على طراز واحد من المنشآت. وإذا أمكن تمييز العوامل الرئيسية لطراز المنشأة فإنه يمكن للإدارة أن توجه الجهود الرئيسية نحو هذه العوامل، وعدم إضاعتها في عوامل تعتبر بالنسبة للمنشأة المعنية عوامل ثانوية.

كما أن دراسة التأثيرات على تشغيل المنشأة التي تنتج عن التغييرات في الصفات المميزة وعلى تصرف الإدارة لمواجهة هذه التأثيرات تتخذ كأساس لدراسة طبيعة وتشغيل المنشأة ومجالات اهتمام وتصرف الإدارة بالنسبة لنواحي معينة للمنشأة وتعديلها.

2-2 تصنيف المنشآت الصناعية:

2-2.1 التصنيف على أساس القطاع أو الفرع الصناعي:

تصنف المنشآت الصناعية بطرق مختلفة بحيث يمكن أن تكون دليلاً لتصرفات هيئة الإدارة. والتصنيف الأول والبديهي هو التصنيف على أساس القطاعات الصناعية. وقد تمارس منشأة صناعية أنشطة تقع ضمن أثنين أو أكثر من هذه القطاعات. مثل المنشأة الصناعية التي تصنع أغذية وتشغل مزارعاً خاصة بها. وكذلك تشغل سلسلة متاجر تجزئة خاصة بها، ومنشأة صناعة الصلب التي تشغل المناجم الخاصة بها، وتشغل الصلب الذي تنتجه إلى سلع تامة الصنع، ومنشأة إنتاج الورق التي تمتلك غابات لتحصل منها على المادة الخام ومصنع للب الورق ومصانع لمنتجات الورق، وشركات النفط التي تشغل خطوط نقل بحرية خاصة بها.

وهذا التصنيف على أساس القطاع الصناعي الرئيسي الذي تقع المنشأة في نطاقه قد لا يكفي لأن يكون ذا فائدة كبيرة لهيئة إدارة المنشأة بسبب اتساعه الشديد وكونه غير قاطع، حيث أنه قد يوضح خاصية عامة في كل قطاع أو فرع صناعي، ولكنه لا يميز العوامل الرئيسية في تشغيل المنشأة بذاتها.

ولذلك فقد يكون التمييز حسب نوع الأعمال التي تزاولها المنشأة هو الأكثر مناسبة لهذا الغرض.

ويبين ملحق (2 أ) الجزأين المتعلقين بالمناجم والمحاجر وبالصناعة في التصنيف الصناعي القياسي الدولي الذي أصدرته الأمم المتحدة لجميع الأنشطة الاقتصادية.

2-2.2 التمييز حسب أنواع الأعمال:

من التبويبات التي أعدت في أواخر خمسينيات القرن العشرين، تبويب للمقارنة الداخلية في مجالات الصناعة التحويلية التشكيلية وذات الطرق الخاصة، وهذا التدريب اشتمل على ستة أنواع للمنشآت هي:

- النوع (أ) إنتاج بمقادير كبيرة ولوقت طويل.
- النوع (ب) الإنتاج للمحافظة على مستوى تخزين معين للسلعة.
- النوع (ج) الإنتاج متعدد المجالات وطبقاً لطلبات العملاء.
- النوع (د) الإنتاج المتخصص بمقادير كبيرة طبقاً لطلبات العملاء ومواصفاتهم.
- النوع (هـ) إنتاج السلع الرأسمالية.
- النوع (و) الإنتاج العام أو بالطلب.

ويمكن تلخيص خصائص هذه الأنواع المختلفة كالآتي:

النوع (أ): إنتاج بمقادير كبيرة ولوقت طويل:

تنتج المنشآت التي من هذا النوع عدداً محدوداً من السلع تختارها بنفسها من حيث التصميم والمواصفات ويتم الاتفاق على الإنتاج وتحديد السعر مقدماً، وقبل الحصول على أي طلبات من العملاء. وتبذل الجهود لتحقيق البيع والتوزيع المستمر للبضائع الجاري إنتاجها، ولا يحتفظ بمخزون للسلع المنتهية عادة، إذ أن المنشآت التي من هذا النوع ترغب في الاستفادة من اقتصاديات دفعات الإنتاج الكبيرة وترتيبات الشراء طويلة الأمد.

ويتم الوصول إلى قرارات الطاقة الإنتاجية والتوسع فيها على أساس التنبؤات طويلة الأمد للتطور المقبل.

وتتيح هذه السياسات التشغيل إما على أساس المعالجة المستمرة Continuous process باستخدام معدات متخصصة ذات طاقة إنتاجية كبيرة، أو على أساس التصنيع في دفعات كبيرة. وهذا التشغيل يحقق تكلفة منخفضة لوحدة الإنتاج، ويتفادى تراكم المواد تحت التشغيل، كما أنه يتيح الاتفاقات ذات المزايا مع موردي المواد فيما يتعلق بالسعر والتسليم، ويتفادى الحاجة إلى الاحتفاظ بمخزون كبير من المواد والقطع الجاهزة.

ومخاطر عدم التوازن لهذا النوع من المنشآت، تشمل احتمال عدم وصول حجم الطلبات إلى الحد المتوقع، وما ينتج عن ذلك من تراكم مخزون المواد الخام أو السلع المنتهية وعدم الاستغلال الكامل للطاقة الإنتاجية، مما يؤدي إلى زيادة التكاليف بالنسبة للوحدة المنتجة. وإذا استخدمت معدات ذات غرض خاص يصبح من الصعب الانتقال فجأة إلى سلع جديدة إذا انخفض الطلب على السلع النمطية. وعلاوة على ذلك؛ فإن ما اشتمل عليه الإنتاج الكبير للسلعة النمطية من نفقات باهظة في البحوث والتطوير - القوالب والمثبات والعدد وغيرها من الخدمات الخاصة - لا يمكن تغطيته إذا لم تصل المبيعات إلى المستويات المتوقعة.

وكأمثلة للمنشآت التي تدخل ضمن هذا النوع، صناعة الدراجات والمعدات الصناعية كالسيور حرف V وإنتاج الأجهزة الكهربائية المنزلية بالجملة. وصناعة أشغال الإبرة والتريكو وأنواع معينة من صناعات الأغذية المصنعة.

النوع (ب): الإنتاج للمحافظة على مستوى تخزين معين للسلعة:

تعمل المنشآت من هذا النوع على تحقيق البيع من المخزون لعدد كبير من أنواع السلعة التي تدخل ضمن درجة وطبقة معينة تميز وتعرف بها المنشأة. ويتحدد الإنتاج والسعر مقدماً وقبل وصول الطلبات، وتحديد مستويات التخزين وذلك نتيجة الخبرة السابقة، ويخطط الإنتاج على أساس قصير المدى، للمحافظة على مستويات تحزين السلع.

والميزة الرئيسية لهذه السياسة هي إمكان تسليم العميل طلباته بسرعة وعند الطلب، وتوجيه جهود البيع بأكملها نحو الحصول على العملاء المهتمين بدرجة وطبقة سلع المنشأة.

والمخاطر الرئيسية التي تواجهها المنشأة هو تعطيل جزء كبير من رأس المال في المخزون، وبالتالي زيادة الحاجة إلى رأس المال السائل، كذلك يكون الأمر بالنسبة لها

أكثر صعوبة من المنشآت السابق إيضاح نوعها، أي النوع (أ)، فيما يختص بالحصول على تشغيلات لمدة طويلة على الآلات، نظراً لأن خطط الإنتاج قصيرة المدى يجب أن تأخذ في اعتبارها عشوائية ورود الطلبات. وهذا يؤدي بالضرورة إلى تكاليف إنتاج أكبر والمخاطرة بأن يتأثر السعر نتيجة للمضاربة من قبل منافسين. والمشروعات التي من هذا النوع تشمل صناعة التركيبات الكهربائية النمطية والأثاث النمطي، والعدد اليدوية وبلاط الحوائط السيراميك والأغذية المحفوظة.

النوع (ج): الإنتاج متعدد المجالات وطبقاً لطلبات العملاء:

تنتج المنشآت التي من هذا النوع عدداً كبيراً من السلع المختلفة ذات التصميمات والمواصفات الخاصة بالمنشأة، وعادة على أساس كتالوج، ويكون من المستحيل الإنتاج للتخزين أو التسليم الفوري نظراً لصعوبة التنبؤ بالطلب على أي من أنواع السلع العديدة، وبالتالي يكون من الصعب تقدير مستويات التخزين المطلوبة، ولا يبدأ الإنتاج وإجراءاته إلا بعد وصول طلبات العملاء طبقاً للبنود الموجودة بالكتالوج.

ولا تتعرض هذه المنشآت لمخاطر الاستثمار التي تتعرض لها المنشآت التي من النوع (أ) نظراً لأنها لا تعطل رأس المال في آلات ذات غرض خاص أو في نفقات إعداد. ونظراً لأن الآلات هي من النوع ذي الغرض العام فإنه يمكن الانتقال فجأة إلى سلع عديدة ضمن المجال الكلي لتشغيل الآلات دون صعوبة كبيرة.

ومن ناحية أخرى، فإنه رغم انخفاض المخاطرة بتعطيل رأس المال في مخزون السلع المنتهية، تكون هناك مخزونات كبيرة واسعة المدى من المواد الخام محتفظ بها للإنتاج. وهذه قد تشكل تهديداً للسيولة. ونظراً لأن السلع لا يبدأ إنتاجها إلا بعد وصول الطلبات، فإن هذا يؤدي إلى تأخير التسليم، مما قد يسبب فقد العملاء. وفي أوقات زيادة النشاط قد يكون تخطيط ورقابة الإنتاج صعباً، الأمر الذي قد يسبب تراكم القطع تحت التشغيل. وكان الاتجاه في العالم كله حتى عهد قريب، وسيوضح

ذلك عند الكلام عن الإنتاج المرن، هو تحقيق أكبر قدر من النمطية لتحقيق تشغيلات مستمرة لمدد طويلة على الآلات بتكاليف أقل. وقد وجد أنه مع توفر الكتالوجات وزيادة ضغط رجال البيع للتوسع فيها، فإن هناك بنوداً معينة مربحة فعلاً، وهذه الأصناف هي التي تركز عليها المشروعات المتنافسة الجهود لإنتاجها بأسعار أقل.

والسلع التي تنتجها منشأة من هذا النوع هي الأجهزة العلمية وأنواع الطلاء الخاصة ومصبوبات المطاط، ولوحات التوزيع الكهربائية.

النوع (د): الإنتاج المتخصص بمقادير طبقاً لطلبات العملاء ومواصفاتهم:

تكون المنشآت التي من هذا النوع على وجه العموم، منشآت موردة للقطع والأجزاء إلى المشروعات الصناعية الأخرى، وقد بدأت في البلاد المتقدمة صناعياً، ونظراً لأن هذه المنشآت تعمل عادة بالتعاقد من الباطن، فإنها لا تنتج مقدماً وقبل الطلب، لأن من المتوقع أن يمثل ذلك تشغيلات طويلة (Long runs)، على الآلات وأن يميل عدد العملاء إلى أن يكون محدوداً، ولكن على الأغلب ثابتاً. وعادة يستحق الطلب الذي تحصل عليه المنشأة أن تركب له آلات خاصة. ولإنتاج السلع المطلوبة لتحقيق هذا الطلب قد يكون من الضروري الحصول مقدماً على معلومات عن الاحتياجات المحتملة للعملاء. وتخصص بعض المنشآت إدارات اقتصادية لدراسة سوق السلع التي يحتاجها العملاء لفترات طويلة مقدماً.

والمزايا التي تحققها المنشأة التي من هذا النوع تقع في نطاق اقتصاديات حجم الإنتاج الكبير، والمخاطر التي تواجهها هي الاقتصار على عدد محدود من العملاء وشراء المواد بكميات كبيرة انتظاراً للطلبات التي قد لا تأتي طبقاً للتوقعات لسبب أو لآخر.

ومن المنشآت التي من هذا النوع ما ينتج العلب المستخدمة في المعلبات الغذائية والأجهزة الكهربائية للسيارات والأجزاء التي تنتج بالجملة للراديو والتليفزيون.

النوع (هـ): إنتاج السلع الرأسمالية:

في هذا النوع، لا يبدأ الإنتاج مقدماً وقبل الطلب، ولكن يتم على أساس التعاقد أولاً، وتكون السلعة النهائية بشكل متفق عليه بين العميل والمنشأة. وغالباً ما تكون السلع الرأسمالية المصنوعة ذات قيمة كبيرة، وتحتاج لوقت طويل لإتمامها، وتكون في معظم الحالات ثقيلة إلى حد أنها تصنع وتبني وتشغل في مكانها، تنتقل إليها المواد والأجزاء والمعدات والأيدي العاملة، وتكون أغلب المعدات والآلات من النوع ذي الغرض العام، ويتجه توزيع المبيعات إلى بيع الخدمة الإنتاجية أكثر من بيع سلعة معينة.

وفي هذا النوع من المنشآت تنخفض مخاطر السيولة عنها في معظم الأنواع الأخرى، نظراً لأن قليلاً من رأس المال هو الذي يكون معطلاً بالمخازن ويكون دفع الثمن دفعة بعد أخرى هو القاعدة في حالة العمليات التي يحتاج إتمامها لوقت طويل.

ونظراً لأن قيمة كل طلبية أو عقد تكون كبيرة، ونظراً إلى أن التعاقد يتم بعد تقديم عطاءات متنافسة يختار واحد منها، فهناك مخاطر شديدة لاحتمال حدوث خطأ في التكاليف التقديرية والأسعار المقدمة، وكذا احتمال دفع الغرامات إذا تأخر إتمام العمل إلى ما بعد التاريخ المحدد. وتحتاج عمليات هذا النوع من المنشأة إلى صلاحيات وإمكانات فنية كبيرة. والمنتجات التي تنتجها منشأة من هذا النوع هي السفن ومجموعات التوليد الكهربائية التربينية ووحدات المضخات الضخمة والمفاعلات النووية.

النوع (و) الإنتاج العام أو بالطلب:

إن المنشأة من هذا النوع لا تنتج سلعاً بتصميمات أو مواصفات خاصة بها، ولكنها تقدم خدمات إنتاجية في مجالات إنتاج معينة، وتكن معدة لقبول طلبات تشغيل لمقادير صغيرة من السلعة. وهي لا تنشأ بغرض الحصول على عقود لسلع إنتاجية ذات قيمة عالية نسبياً للوحدة، وتحتاج إلى وقت طويل للإتمام، وهذه المنشآت لا تعطل رأس المال في مخزون السلع المنتهية، ولا يوجد فيها مخزون للمواد بأي مقدار؛ ولهذا تنخفض فيها

المخاطرة المتعلقة بالسيولة، وقد تعطل قليل من رأس المال في آلات ذات غرض خاص لعمل سلعة أو عدد قليل من السلع النهائية. ويواجه تخطيط الإنتاج فيها مصاعب كبيرة. وقد تصبح العملية المقدم عنها العطاء غير مربحة نتيجة تغير أسعار المواد قبل التسليم، وبالضرورة يكون التنسيق بين الأنشطة قصير المدى.

والمنشآت التي من هذا النوع تشمل المطابع والمسابك التي تعمل بالدفعة.

2-2.3 أنواع الأعمال في قطاع الصناعات الهندسية:

تم في البند السابق تصنيف أنواع الأعمال في مجالات الصناعات التحويلية بشيء من الاستفاضة. ولتوضيح فكرة هذا التصنيف الذي يمكن أن يطبق على أي فرع من فروع أي قطاع صناعي، سنورد فيما يلي مثالاً لتحليل أكثر تفصيلاً لتصنيف المنشآت داخل قطاع معين، وليكن قطاع الصناعات الهندسية الذي يشمل، طبقاً للتصنيف الصناعي النمطي العالمي الذي أصدرته الأمم المتحدة (ملحق 2 أ المرفق) «الفرع الرئيسي 38 من هذا التصنيف: تصنيع المنتجات المعدنية المصنعة والآلات والمعدات» والذي يتكون من الفروع الجزئية الآتية:

381 تصنيع المنتجات المصنعة باستثناء الآلات والمعدات.

382 تصنيع الآلات باستثناء الكهربائية.

383 تصنيع الآلات والأجهزة والأدوات والتوريدات الكهربائية.

384 تصنيع معدات النقل.

385 تصنيع معدات مهنية وعلمية وللقياس وللتحكم وسلع فوتوغرافية وبصرية.

وهذا القطاع يلعب دوراً رئيسياً في التنمية الصناعية والاقتصادية لأنه يساهم بجزء كبير في إجمالي التكوين الرأسمالي، في شكل منتجات معدنية وآلات ومعدات نقل، ولأنه يعتبر مركزاً للابتكارات التقنية ومحور للتغير الثقافي، ويساهم بقدر أكبر من

القطاعات الأخرى في تنمية المهارات الفنية والتنظيمية والتصميمية. وفي داخل قطاع الصناعات الهندسية نفسه تعتبر آلات الورش وآلات التشغيل ذات أهمية كبيرة، لأن جميع منتجات القطاع تقريباً تتم صناعاتها، إما بآلات ورش وآلات تشغيل أو بآلات ومعدات أخرى تمت صناعتها بواسطتها، الأمر الذي يجعل قطاع الصناعات الهندسية هو القطاع الرائد للتنمية الاقتصادية.

2-2.3.1 المراحل الأربعة لتنمية الصناعات الهندسية:

تعتبر التنمية الاقتصادية بصفة عامة مسألة إحداث تغيرات في البناء الاقتصادي الاجتماعي تكون قادرة على تنمية طاقة إنتاجية مدعمة ذاتياً وتحقيق تحول هيكلي يكمن فيما يبدو وراء الاتجاه المطلق للزيادة في الاستهلاك والإنتاج، وهنا يتعين أن تتجاوب سياسة التنمية مع هذه التغيرات الهيكلية، ذلك أن الاختيار السليم لفروع الصناعة أو المنتجات المختلفة التي تشملها مشروعات التنمية يمكن أن يتحقق إذا توافر الحرص على أن ترتبط عملية الاختيار ارتباطاً وثيقاً بالخصائص المميزة للمرحلة التي بلغتها التنمية في قطاع الصناعات الهندسية.

هذا، ويمكن التعرف على وجه التحديد على أربع مراحل مرت بها الصناعات الهندسية. وهذا التقسيم لم يعتمد على مستويات الدخل فحسب، إذ أن حجم السوق في الدول المكتظة بالسكان كان له تأثيره الهام على تنوع الصناعات الهندسية ويمكن أن يعوض الآثار الناجمة عن هبوط مستوى الدخل فيها.

(أ) المرحلة الأولى:

وتغطي المرحلة الأولى بدايات الصناعات الهندسية، وفيها يقتصر النشاط على صناعة المنتجات المعدنية البسيطة وأعمال الإصلاح. والمقومات الأساسية لتلك المرحلة هي:

- تصنيع المنتجات المعدنية البسيطة التي تنتج بصفة أساسية من الألواح المعدنية. وهنا تتمتع الصناعة المحلية بحماية كبيرة بالنسبة لعدد من المنتجات مثل الأوعية المعدنية والأدوات المنزلية وهياكل النوافذ والأثاث المعدني وذلك بسبب تكاليف النقل العالية للمنتجات تامة الصنع.
- إنتاج الآلات غير موجود أو لا يعتد به.
- الاحتياجات من المهارات البشرية قليلة نسبياً.
- مستلزمات الإنتاج من الصلب طفيفة، كما أن احتمالات قيام صناعات محلية أساسية للصلب بعيدة.

ولعل أهم تحول يحدث خلال تلك المرحلة هو التحرر التدريجي من الاعتماد على الخدمات الأجنبية في صيانة وإصلاح السيارات والثلاجات وأجهزة الراديو وغيرها من المعدات الأخرى المستخدمة داخل البلد. وفي البداية تقدم هذه الخدمات عن طريق الشركات العاملة في البلدان التي تقوم بتوريد البنود المذكورة كل فيما يخصه. ويتطلب التقدم الصناعي ضرورة إيجاد التسهيلات المحلية لأعمال الإصلاح التي تسمح بتقديم خدمة أسرع وأرخص، وتضع الأساس اللازم لخلق المهارات التي يمكن أن تعتمد عليها المراحل التالية.

وفي حين أنه لا يوجد حد فاصل تماماً بين المرحلتين الأولى والثانية، فإنه يتعين ابتداءً، أن تكون البلدان التي تنتقل إلى المرحلة الثانية قد أنشأت فعلاً قطاعاً أساسياً للصناعة التحويلية، بالإضافة إلى أن تكون قد حققت قدراً من الإنتاج الهندسي، وتتميز المرحلة الثانية بما يأتي:

- تقتصر حصة المنتجات المعدنية البسيطة بالنسبة لإجمالي إنتاج القطاع على نسبة تتراوح بين 35% و 40% تقريباً.

- إدخال صناعة الآلات والمعدات؛ وإن ظلت محصورة في إنتاج الأنواع البسيطة التي تشمل ضمناً بعض الأدوات الكهربائية وبعض وسائل النقل مثل الدراجات.
- استخدام طرق الإنتاج التي تتسم بالبساطة النسبية والعمالة المتوسطة الماهرة.

وأهم تحول يحدث خلال هذه المرحلة هو دعم قاعدة التقنية المحلية وظهور ورش الإنشاءات الميكانيكية متعددة الأغراض القادرة على إنتاج بعض قطاع الغيار غير المعقدة لكثير من المعدات والآلات الموجودة في البلد.

على أن الاستهلاك المحلي يظل عادة يعتمد هنا على الاستيراد في حدود ما يقرب 80% - 90%. وهذا يمثل في حد ذاته عبئاً؛ طالما أنه لا يوجد في الواقع خلال تلك الفترة أي إنتاج محلي من السلع الهندسية القابلة للتصدير.

(ب) المرحلة الثانية:

وفيما يلي برنامجاً نموذجياً لإنتاج بدائل الواردات التي تتميز بها المرحلة الثانية:

1- أوعية وأواني من القصدير.
2- منتجات المطروقات والمنتجات المشكلة بالكبس وهي ساخنة.
3- منتجات الأسلاك.
4- منتجات مشكلة بالكبس وهي باردة.
5- باكورة تشغيل المنتجات والأجزاء الصغيرة.
6- منتجات ورش المنشآت والتركيبات المعدنية.
7- تشغيل الألواح المعدنية (مطلية أو غير مطلية).
8- آلات خفيفة ومكوناتها.
9- آلات متوسطة وثقيلة نسبياً ومكوناتها.
10- منتجات أخرى أكثر تعقيداً نسبياً.

ويلاحظ أن نسبة الواردات لمشروعات الإحلال في هذه المرحلة تعتبر مرتفعة وأن نسبة إحلال الإنتاج المحلي بالنسبة للآلات الخفيفة والمتوسط والثقيلة ومكوناتها تعتبر منخفضة.

ولا جدال أن يصبح لتصنيع المعدات والآلات الزراعية أهمية في المرحلة الثانية، حيث أنه يشمل سلسلة واسعة من أنواع المعدات المختلفة تقنياً، تبدأ من الجاروف والمحرك إلى أن تصل إلى الآلات الثقيلة. ويجري خلال هذه المرحلة إدخال صناعة المنتجات المبسطة وسهلة التصنيع، في حين يبدأ في المرحلة الثالثة صناعة المنتجات الأكثر تعقيداً. هذا ويمكن أن تتنوع وحدات الإنتاج بالتدريج من ورش صغيرة إلى شركات عملاقة.

وفي الدول النامية يمكن أن يتدرج الإنتاج إلى تصنيع الأنواع البسيطة من المعدات الزراعية مثل المحاريث وسحافات تسوية التربة والجرارات الصغيرة وأجهزة نقل المحاصيل والأدوات الزراعية المساعدة، ثم يتطرق تدريجياً إلى الأنواع الثقيلة والأكثر تعقيداً. على أن التسهيلات الإنتاجية للقطاع الهندسي هي التي تحدد، وخاصة في المراحل المبكرة، نوع المعدات الزراعية التي يمكن إنتاجها بكفاءة. ويتعين بعد ذلك أن تشترك بعض فروع الصناعات الهندسية الأخرى في إنتاج الآلات الزراعية الثقيلة والمتخصصة. كما يتطلب الأمر دعم الإمكانات الخاصة بالتصميم الصناعي، وأيضاً المتعلقة بالتسويق والإدارة. وكلما أخذ قطاع الصناعات الهندسية عامة وفروعه المختلفة في النمو كان هناك اتجاه متزايد نحو أن تتخصص فروع الصناعة الأخرى في استخدام معدات الإنتاج والعمالة.

وفي هذه المرحلة يحتاج نجاح المشروعات الجديدة في هذا القطاع ابتداءً إلى الإنفاق بسخاء على تنمية المهارات الخاصة في مجالات الهندسة والتصميم والإدارة والتوزيع، إلا أن ذلك يقتصر فقط على فترة زمنية محدودة.

(ج) المرحلة الثالثة:

تتخلص خصائص قطاع الصناعات الهندسية في هذه المرحلة فيما يلي:

- فيما يتعلق بمجموعة المنتجات المعدنية، يبدأ في هذه المرحلة بالاهتمام بالمنتجات التي تحتاج بطبيعتها إلى أسواق أكبر ومهارات فنية أعلى، وفي الوقت نفسه تهبط نسبة المنتجات المعدنية البسيطة في إجمالي إنتاج القطاع إلى ما يتراوح بين 20% و 30%.
- يجري التوسع في تصنيع الآلات والمعدات الصناعية وتتنوع منتجاتها. وبالنسبة لهيكلية معدات القطاع، وعلى خلاف ما هو سائد في البلدان الصناعية، يزيد المستخدم من الآلات الكهربائية على غيرها من الآلات غير الكهربائية بنسبة حوالي 1:2، كما أن الحصة النسبية التي تشارك بها الآلات في إجمالي إنتاج القطاع تقل هي الأخرى عن مثيلتها في البلدان الصناعية. وأهم من ذلك أن مستويات جودة الإنتاج من هذه الآلات والمعدات والجهود التي تبذل لترويجها وتمويلها لا تصل في هذه المرحلة إلى مستويات المنافسة في الأسواق الدولية.
- وكلما ازداد عدد العاملين المهرة والفنيين، يزداد بثبات عدد ودرجة تعقد المنتجات المصنعة محلياً وتظهر بوادر الاستقلال التقني.
- على أن أهم تحول يحدث خلال تلك المرحلة هو التحرر المطرد من الاعتماد على الواردات بالنسبة لمعظم المنتجات الهندسية.
- ويلعب تصنيع آلات التشغيل دوراً حاسماً في المرحلة الثالثة حيث أنه يضع الأساس اللازم لإقامة قاعدة منوعة للصناعات الهندسية، كما أنه يعتبر مثالاً لبناء الصناعة الثقيلة التي تشكل بدورها أحد الأنشطة الهامة خلال تلك المرحلة.

إن آلات التشغيل تعتبر القلب المنتج للاقتصاد الصناعي عامة. وفي البلدان النامية تبدأ الخطوة الأولى نحو تصنيع آلات التشغيل خلال المرحلة الأولى، وذلك بإنشاء

الورش اللازمة لصيانة وإصلاح تلك الآلات. ولتوفير تسهيلات الصيانة والإصلاح هذه أهمية كبيرة، إذ أن التكلفة الإجمالية، خلال فترة طويلة، للصيانة الوقائية المخططة والمستمرة والتي تشمل أساساً عمليات الفحص الدقيق، تكون عادة أعلى من التكلفة الأصلية للآلة ذاتها. كما أن تكلفة خسائر الإنتاج الناجمة عن الأعطال التي يمكن تجنبها تزيد عن تكاليف أي برنامج للصيانة الوقائية المانعة.

ويمكن الإسراع في تنمية إنتاج آلات التشغيل بتركيز جهود التصنيع على مجموعات معينة من المنتجات وباستخدام طرق الإنتاج الحديثة.

وقد تتابعت تنمية إنتاج آلات التشغيل في البلدان الصناعية المتقدمة، فبدأت بصناعة الآلات العادية العامة وتطورت إلى إنتاج أنواع متخصصة، فصناعة الآلات الأوتوماتيكية ثم إلى خطوط التشغيل. وأخيراً ظهرت أحدث أنواع الآلات وهي آلات التحكم الرقمي والتحكم بالحسوب.

(د) المرحلة الرابعة:

يتميز قطاع الصناعات الهندسية في البلدان التي بلغت المرحلة الرابعة، وخاصة البلدان الصناعية، بالخصائص الآتية:

- تقل نسبة المنتجات المعدنية البسيطة بصفة عامة عن 10% من إجمالي الإنتاج.
- تمثل الآلات أكثر من نصف إجمالي الإنتاج الهندسي، ومن هذا المجموع يزيد الإنتاج من الآلات غير الكهربائية بنحو 30% إلى 40% عن منتجات الآلات الكهربائية. كما تمثل معدات النقل حوالي ثلث إجمالي الإنتاج.
- ترتفع مستويات المهارات التقنية لتصل بأي من تلك البلدان إلى المستويات العالمية للجودة والابتكار، وعلى الأقل بالنسبة لبعض فروع الصناعات الهندسية التي يتخصص فيها ذلك البلد.

- تظل للواردات أهميتها الجوهرية حيث تساهم بما يتراوح بين 10% و 50% من الاستهلاك، غير أنه يعوضها من جهة أخرى الصادرات الضخمة التي تقوم على أساس التخصص الدولي، والتي يمكن أن تستوعب نحواً من 20% إلى 50% من الإنتاج المحلي.

2-2.3.2 تصنيف المنشآت داخل قطاع الصناعات الهندسية:

في ضوء ما تقدم يمكن اقتراح تصنيف المنشآت في قطاع الصناعات الهندسية على الوجه الآتي:

1- منشأة تبيع مدى محدوداً من سلع نمطية تقوم المنشأة بتصميمها وإعداد مواصفاتها وإنتاجها بالآلات القائمة فيها ويتم ذلك مقدماً وقبل الطلب.

2- منشأة تبيع خدمات لمنتجين آخرين وذلك بإنتاج قطع لسلعهم أو القيام بعمليات تعبئة لسلعهم. وذلك بكميات كبيرة وبالتالي بأسعار منخفضة.

3- منشأة تجذب العملاء عن طريق عرض مدى واسع (بدرجة معينة) من سلع ذات تصميم ومواصفات تدخل في نطاق نشاط المنشأة، وإنتاج السلع التي تتلقى طلبات العملاء لها، وهناك أنواع فرعية لهذه المنشآت وهي:

أ - المنشأة التي تصنع سلعاً يمكن تشغيلها بدفعات اقتصادية على الآلات القائمة فيها وتخزينها، وبذلك فإنها تتفادى المخاطرة بتقديم عدد كبير من السلع.

ب- المنشأة التي تتفادى هذه المخاطرة بأن تصنع وتخزن دفعات اقتصادية من الأجزاء والقطع المشتركة بين عدة سلع نهائية مختلفة والتي تدخل ضمن إنتاج المنشأة.

ج- المنشأة التي تعمل طبقاً لصورة مختلطة من النوعين (3-أ) و (3-ب).

د- المنشأة التي تقوم، في حدود درجة وقدرة معينة على إنتاج نوع من السلع جهز المصنع ليمكنه إنتاجها، ببيع هذه القدرة لعميل لإنتاج السلعة التي يطلبها.

ولا يحتاج الأمر لدرجة كبيرة من الخيال للتثبت من أن مشكلات تشغيل هذه الأنواع المختلفة في نفس الصناعة يختلف من منشأة إلى أخرى.

2-2.3.3 تصنيف أعمال المنشآت التي تصنع القطع بالنسبة لبيع منتجاتها بالتجزئة:

اتضح من بحث كان أساسه دراسة أجريت في خمسينيات القرن العشرين، أنه إذا أريد أن يكون للمعلومات المجمعة في شأن تصنيف المنشآت التي تصنع القطع قيمة حقيقية، وبالأحرى إذا كان المراد إرساء قاعدة للمقارنة فلابد من إيجاد شكل ما للتصنيف، ووجد أن هذه المنشآت يمكن تجميعها تحت العناوين الأربعة التالية:

1- الموزعون بالتجزئة لسلع استهلاكية ضخمة العدد خلال عدد كبير من الفروع.

2- موزعو التجزئة من النوع (3) [الإنتاج متعدد المجالات وطبقا لطلبات العملاء] في سوق متخصصة محدودة.

3- شركات للبيع عن طريق البريد.

4- مؤسسات التوزيع التابعة للمنتجين التي تبيع إلى بائع الجملة والقطاعي.

هذا.. ويمكن إضافة مجموعة خامسة إلى هذه المجموعات هي:

5- المتاجر التي تبيع تشكيلة كبيرة من السلع للجمهور في متجر واحد يمكن أن يكون له أكثر من فرع.

إن ما ذكرناه يكفي لإعطاء فكرة عن بعض محاولات التصنيف.

2-3 الصفات المميزة للمنشأة وتأثيراتها:

تم إجراء دراسة تحليلية تفصيلية في هذا الموضوع، تحت إشراف منظمة العمل الدولية. (أنظر الملحق 2ب: الصفات المميزة للمنشأة الصناعية والتأثيرات الناتجة عنها: في قسمين أولهما قائمة بالصفات المميزة للمنشأة والثاني قائمة بالآثار الناتجة عن هذه الصفات على إدارة وتشغيل المنشأة).

وقد تم تحديد الصفات المميزة في هذا التحليل تحت ثمانية عناوين هي: الإدارة والملكية، السوق أو الطلب، الإنتاج أو الخدمة، المواد المباشرة وغير المباشرة، نوع الإنتاج أو التشغيل، الطريقة الإنتاجية، المصنع والمعدات، التمويل، العاملون في المنشأة. وقد بنيت الدراسة على التحليل المنظم للصفات المميزة التي بلغت أكثر من 100 صفة، وعلى التأثيرات التي لكل صفة من هذه الصفات التي بلغت أكثر من 700.

وكان الغرض من عرض الدراسة إحاطة القارئ بالمعلومات التي يمكن أن يستخدمها كأساس لدراسة طبيعة وتشغيل المنشأة التي ينتمي إليها، والتوصل إلى رأي فيما يتعلق بأسبقية الاهتمام والتصرف الذين توجههما الإدارة لنواحي معينة ينبغي أن تعدل في المنشأة، الأمر الذي يجعله يتعمق في الموضوع. ونظراً لأن الموضوع طويل وله أهميته فسيكتفي في ملحق (2ب) بإيراد صفتين مميزتين فقط، هما:

1- نوع الإنتاج أو التشغيل.

2- الطريقة الإنتاجية: المصنع والمعدات، وتأثيرهما، وذلك لارتباطهما بموضوعات هذا الفصل.

2-4 تطوير الإنتاج الصناعي:

2-4.1 عوامل تطور الإنتاج:

إن كلمة إنتاج صناعي تغطي عديداً من الصناعات في وقتنا الحاضر بحيث يصعب على كتاب واحد أن يتناولها بالتفصيل، إلا أنه من المفيد معرفة الأسس والمفاهيم العامة والطرق والمنظمات ووسائل التحكم التي تتعلق بالإنتاج بصفة عامة، إذ أن ما يطبق في صناعة ما يمكن أن يوفر فرصة ممكنة للتجديد في صناعة أخرى، كما أنه مع تكوين المنشآت الكبيرة والاتجاه في بعض الأحيان لإدماج منشآت صغيرة، أصبح المجال مفتوحاً أمام المديرون والمهندسون وغيرهم للانتقال من صناعة إلى أخرى.

إن العوامل التي جعلت الإنتاج يتطور على النحو الذي بلغه الآن يمكن تجميعها تحت ثلاثة عناوين، هي: المواد، الطاقة، المعلومات. وفي الحقيقة يمكن اقتفاء أثر الحضارة البشرية ذاتها في كل من هذه المجالات الثلاثة.

والمواد تتضمن ليس فقط المواد الخام التي تصنع منها السلع، ولكن أيضاً المواد العرضية مثل مواد التزليق والعوامل المساعدة ومواد القطع ومواد التعبئة.

والطاقة تشمل المصادر التي تمد الصناعة بالقوة: الفحم، النفط، الغاز الطبيعي، الكهرباء، الطاقة النووية، والنقود هي فعلاً مصدر للطاقة، وكذلك القوى البشرية التي غالباً ما توفر طاقة أكثر مما نعتقد.

والمعلومات كمصدر تشمل المعرفة الكلية التي تجعل الإنتاج الحديث ممكناً، إنها تستخدم في تصميم منظومات الإنتاج وأجزائها، والتحكم في التشغيل اليومي لهذه المنظومات وتقرير الأهداف وخطوطها العريضة وتصميم أداء منظومات الإنتاج بالنسبة لتحقيق هذه الأهداف.

2-4.2 دور المعلومات في التطوير:

يمكن تلخيص دور المعلومات في التطور إلى أربعة مجالات، هي:

أ - المكينة Mechanization.

ب- المنظوماتية Systemization.

ج- الآلية Automation.

د- السبيرنية (التواصل والتحكم) Cybernism.

أ - المكينة Mechanization:

كانت تعني استخدام تجمعات من الروافع والمستوى المائل والعجلة والمحور Wheel and axle لأداء مهام معنية. وأصبحت الآن عبارة عن مداخل تجديدية لأداء المهام. ومن أمثلتها التشكيل الهيدروليكي Hydroforming، وفيه يتم استطالة الصلب ليتشكل بنمط معين، وآلات الورش فوق الصوتية التي تشكل بنمط معين من التحريك السريع لخليط ساحق غليظ abrasive slurry، وآلات الورش بالتفريغ الكهربائي Electrical discharge التي تشكل بنمط معين من الحرق بشرارة كهربائية وغيرها من العمليات مثل الصب في قالب للدائن، التشكيل الانفجاري، التشكيل الكهروهيدروليكي، القطع الكهروكيميائي، القطع بالتفريغ الكهربائي، القطع بالشعاع الإلكتروني، التجليخ بدون محور Centreless grinding، القطع بنفث البلازما، اللحام بالليزر، الأدوات فوق الصوتية للتنظيف وإزالة الزوائد واللحام، آلات لف السلك، الاستخلاص المستمر للب، التلبيس بالانكماش.

ب- المنظوماتية Systemization:

هي جمع الأساليب الآلية للإنتاج في منظومات أو عمليات، وقد بدأ مدخل المنظومات في الإنتاج مع الثورة الصناعية الأولى عندما تم تجميع منظومات غزل وكرد ولف ونسج الأقمشة وتبيضها وصباغتها في منظومة لإنتاج قماش منسوج.

وقد صنفت عمليات ومنظومات الإنتاج الحديثة في مجالات لم تعتبر جزء من المحيط الصناعي إلا حديثاً، ومن أمثلها: الإنتاج الأكسجيني القاعدي للصلب، تطويب خام التاكونيت، الصب المستمر للصلب، إزالة الملوحة، التعبئة في حاويات، السيور الناقلة، نقل قطع لب الخشب بالأنابيب، وضع الأحمال على طبالي، لف الأحزمة حول العبوات.

ج- الآلية Automation:

إن فكرة تحكم الحلقة المقفلة Closed-loop control تجعل منظومات الإنتاج تعمل على تحقيق أهدافها، وربما كانت أكثر التطورات أهمية قد حدثت في ميدان التحكم الآلي، إذ أنه يمكن حالياً جمع بيانات عن مدخلات مواد خام لعملية ما، والناتج، ونوعية مدخلات الطاقة، وخصائص المواد المتخلفة Effluent (وهو أمر هام بالنسبة لتطبيق قياسيات منع تلوث البيئة). وبعد ذلك يمكن مقارنة هذه البيانات بالأهداف التي سبق تحديدها وإصدار إشارات لتنظيم جميع معايير العملية لتحقيق المسار الأمثل لتأمين الأهداف.

وفيما يلي أمثلة لوسائل وأفكار تحكم: تحكم التغذية العكسية، تحكم تغذية أمامية، تحكم تطويعي، تحكم على الخط On-line، تحكم وقت فعلي، تحكم رقمي، تحكم رقمي مباشر، تحكم حلقة رئيسية، خلايا ضوئية كهربائية، تحكم ضوئي أشعة تحت الحمراء، معدات اختبار بالحسوب.

د- السبيرنية (التواصل والتحكم) Cybernism:

الاتصال والتحكم، هو مدخل لتحسين مسلك تحديد الهدف في الإنتاج الحديث عن طريق تصميم معلومات للإدارة لمساعدة المديرين في اتخاذ قرارات مثلى، وفي هذا الصدد بدأ الحسوب بأن وفر استخدام النماذج الرياضية للتحليل والتخليق والتحكم والتقييم لمنظمات الإنتاج.

وفيما يلي بعض المجالات التي تتعلق بالإنتاج في هذا الصدد: منظومات هندسية، علم الإدارة، بحوث العمليات، عملية إدارة المواد، الاعتمادية، تحليل القيمة، التصميم بالنمط Modular design، عملية إدارة المشروع، استرجاع المعلومات، التصميم بمساعدة الحسوب، التصنيع بمساعدة الحسوب، التحكم في النوعية بمساعدة الحسوب.

2-4.3 تطوير تقنية الإنتاج:

في بادئ الأمر ركز التصنيع على المنسوجات، ثم انتقل إلى الحديد والصلب والمنتجات الهندسية التي تسند إلى الصلب. وانتقل بعد ذلك إلى المواد الكيماوية والمنتجات الكهربائية. وانتقل أخيراً إلى منتجات اليوم الإلكترونية والإلكترونية الدقيقة. ومعظم البلدان التي أخذت نفسها بالتصنيع قبل الحرب العالمية الثانية اتبعت هذا التسلسل الإنتاجي وخاصة فيما يتعلق بالمنتجات الكهربائية.

إلا أنه بحلول الوقت الذي بدأت معظم البلدان النامية تأخذ فيه بالتصنيع في فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية، كان المجال واسعاً جداً أمامها لاختيار المنتجات والعمليات الداخلة في الصناعة التحويلية، كانت الأحوال في العالم قد أصبحت أدعى كثيراً إلى التكامل، وأصبح في وسع البلدان النامية أن لا تلتزم بإتباع التسلسل الإنتاجي الذي حدث في الفترة السابقة للحرب، ومن ذلك مثلاً أنه كان ممكناً لها إنشاء صناعة هندسية مع كونها لا تنتج الحديد والصلب، وأن تنتج المواد الكيماوية دون تكرير النفط.

ومع ذلك فإن بعض البلدان النامية، محاكاة منها للجيل السابق من البلدان الآخذة بالتصنيع، أنشأت مصانع للصلب، ومعامل للتكرير ومصانع تنتج السلع الاستهلاكية المعمرة وغيرها من الصناعات الثقيلة، وبعض هذه المشروعات لا تكون قادرة على البقاء والاستمرار إلا بالاستعانة بحواجز حامية مرتفعة.

ومع انتقال البلدان الصناعية من المنسوجات إلى الصناعات الأثقل، كان عليها أن

تعتمد على إنشاء مصانع أكبر لكي تجني ثمرات إنتاج الحجم الكبير، وهذا بدوره آخذ في التغيير، فمن المربح اليوم إنتاج صلب في مصانع طاقتها حوالي نصف مليون طن بدلاً من مجمعات الصلب التي طاقتها تزيد عن مليوني طن لتكون ذات كفاءة، وكذلك صناعة الإلكترونيات الدقيقة، أصبحت المصانع ذات الكفاءة يمكن أن تكون أصغر بكثير من المصانع في الفروع القديمة للصناعة التحويلية.

ويرجع ذلك لأسباب ودواعي تتعلق بالاقتصاد الكلي ليس هنا مجال التوسع فيها. ومن بين هذه الأسباب التقنية الجديدة التي ترتب عليها أن أصبح باستطاعة الميكنة والآلية الذاتية واستخدام الحسوب أن تغطي كل عملية تحويلية تقريباً، حتى أن الوصول إلى مصانع بدون منتجين يكاد يكون ممكناً.

كما أن التقنية الجديدة، بقدرتها على توفير الآلية الذاتية للإنتاج بالدفعات الصغيرة ذللت مشكلة صغر حجم السوق في البلدان النامية، ومن ثم فقد فتحت المجال أمام البلدان الجادة في تصنيع نفسها لأن تزيد نسب التصنيع المحلي، وأن تزيد القيمة المضافة على مستوى المصنع وعلى مستوى الاقتصاد القومي، وأن تقلل درجة الاعتماد على الخارج في الحصول على بعض الأجزاء والمكونات، مثل المبخرات والمكثفات لأجهزة التبريد والتثليج، وكذلك المحركات والمكابس الصغيرة وأجزائها.

هذا بالإضافة إلى أن التقنية الجديدة تتيح الفرصة لكثير من البلدان لأن تنمي قدرتها على تنويع الأداء ومواصفات العمل، دون الحاجة إلى إيقاف وسائل أو خطوط الإنتاج وتبديل العدد الخاصة التي تستخدم معها وإعادة ضبطها مما يحقق تنويع المنتجات لإشباع حاجات المستهلكين، وذلك بدون زيادة في التكلفة كما كان يحدث في الإنتاج التقليدي.

لقد مكن توفر هذه الميزة التقنية، الصناعة اليابانية حتى بداية ثمانينيات القرن العشرين من أن تتوسع في إستراتيجية تعدد أنواع المنتجات بتكاليف منخفضة منافسة لمنتجات صناعة البلدان الأخرى المتقدمة القائمة على نمطية النوع.

وهذا قد يثير تساؤل؛ حول مدى ما يمكن للأقطار النامية أن تنتفع به من هذه الميزة؟

إن المدخل لما ينبغي أن تؤسس عليه الإجابة على هذا التساؤل هو الذي دعي لتوضيح المراحل التقنية للإنتاج الصناعي والأسس التي قامت عليها باختصار قبل الانتقال للكلام عن التصنيع المرن أو التصنيع المتكامل باستخدام الحسوب.

2-5 المراحل التاريخية الأساسية لمنظومات الإنتاج الصناعي الحديث:

2-5.1 المراحل التقنية الأولى: القوة الميكانيكية المسيرة بالطاقة:

قامت الثورة الصناعية الأولى في بريطانية في النصف الثاني من القرن الثامن عشر، وأساس تلك الثورة جملة من التطورات التقنية في وسائل الإنتاج المادي.

لقد كانت صناعة الغزل والنسيج القطني مهد الثورة الصناعية الأولى والتقنية التي أوجدتها.

إن التقنية التي أوجدت الثورة الصناعية الأولى تميزت بما يلي:

- أنها ترعرعت في صناعة النسيج.
- أن الفضل في مضاعفة الإنتاج والطفرات الكمية والنوعية التي تحققت فيه يعود إلى القوة الميكانيكية المسيرة بالطاقة.
- إنها أدت إلى زيادة الإنتاج ورفع إنتاجية العامل وخفض تكلفة الإنتاج.
- إنها أوجدت نظام المصانع حيث تم التحول من الإنتاج المنزلي والحرفي والمشاغل الصغيرة إلى نظام المصنع، وفصلت العمل. إلا أنه رغم حدوث حالات الاستغناء عن المنتجين مقابل الآلات التي كانت تركب، فإن ميكنة الإنتاج خلقت فرص عمل جديدة.

2-5.2 المرحلة التقنية الثانية: الإنتاج الكبير والإدارة العلمية

وبعد مرور نحو قرن وربع على قيام الثورة الصناعية الأولى شهدت بداية القرن العشرين مرحلة صناعية جديدة، هي تقنية الإنتاج الواسع التي أوجدت ثورة صناعية لاحقة.

وكان مكانها هذه المرة قطر آخر غير بريطانيا يزخر بالموارد الطبيعة الهائلة والسكان والأسواق وهو أمريكا.

إن التغير التقني الجديد تمثل في:

- نظام الإنتاج الكبير Mass Production الذي تمثل في اتساع حجم دفعة الإنتاج بدلاً من المنتج الواحد واتساع حجم المصنع والطاقة الإنتاجية وارتفاع مناسيب استغلال الطاقة.
- التطبيقات الحثيثة لطرق وأساليب وفنون الإدارة العلمية.
- استعمال وانتشار طريقة الإنتاج المستمر الذي تتدفق فيه المواد من مرحلة إلى أخري آليا بينما النظام السابق كان يقوم على أساس الإنتاج بالدفعات Batch production. إن الإنتاج الكبير يعني إنتاجا مستمراً بدون وقت ضائع. وفيه تصنع القطع بالمعدل المطلوب للتجميع، وينطوي على مخطط مصنع معد خصيصاً على أساس استخدام آلات وحيدة الغرض One-purpose machinery كلما أمكن ذلك، وغالباً ما تكون مزودة بضبع ومثبتات مكلفة، كما أنه يحتاج لجدولة زمنية دقيقة لعمليات تشغيل وتجميع القطع والمنتجات التامة، ويلعب فيه التفتيش دوراً هاماً، وينطوي الإنتاج المستمر على تقسيم وتخصيص دقيقين للعمليات وللآلات وللعمالة.

والميزة الأساسية للإنتاج الكبير هي انخفاض تكاليف تصنيع الوحدة نتيجة للعمليات المبسطة وزيادة مهارة المنتجين المتخصصين. والوفورات الأخرى تتحقق بسبب الاحتفاظ

بحد أدنى من المخزون وتحكم مبسط في الإنتاج. ونظراً للتفكير المسبق العميق والتخطيط الدقيق، فإن النوعية المحسنة عادة ما يصاحبها زيادة الإنتاج، وتقليل الفقد في نواحي كثيرة.

والإنتاج الكبير يتعذر الأخذ به، بطبيعة الحال عند عدم وجود سوق كبيرة تستوعب السلع النمطية.

والعيوب التي تثأر حول الإنتاج الكبير تتضمن عدم المرونة في المصنع المتخصص، وارتفاع تكلفة استعواض معداته وتحديث تصميمه، والخسارة التي تنطوي عليها فترة إجراء تغيير في الإنتاج. وينبغي التفريق بين الإنتاج الكبير والتبادلية Interchangeability التي تعني إن القطع المتماثلة يمكن تبادلها في أي منتج يتم تصنيعه، بدون أن يعتمد ذلك على الكمية وتعتمد التبادلية عل تطوير مقاييس الحدين الأعلى والأدنى لأبعاد القطع المنتجة Limit gauges.

وإدخال طرق الإنتاج الكبير ينطوي على الخطوات التالية:

1- تحليل مراحل التصنيع المختلفة، وبدايات العمليات، وأنواع الآلات المطلوبة.

2- تحديد أوقات العمليات.

3- تحديد عدد الآلات التي يحتاجها الإنتاج المخطط والتحميل المتوقع لها.

4- إعداد تصور لتناغم العمليات Synchronizing.

5- إعداد مخطط المصنع وتقرير ما إذا كان الأمر يتطلب في الظروف القائمة تجميع الآلات ذات النوع الواحد، أم توزيعها طبقاً لتسلسل العمليات.

وبصفة عامة لا يحتاج الإنتاج الكبير إلى عمالة عالية المهارة إلا فيما يتعلق بتشغيل الآلات.

2-5.2.1 تطبيق طرق وأساليب وفنيات الإدارة العلمية Scientific Management:

إن انتشار تطبيقات التنظيم العلمي للإنتاج في الصناعة كان أحد المصادر الهامة والفعالة في رفع إنتاجية العامل وإنتاجية الآلة في وحدة الزمن، ومضاعفة كميات الإنتاج الصناعي.

وفي هذا الصدد يسجل التاريخ أن وحدة إنتاجية للمنتجات المعدنية كانت تعالج 12 طن من الحديد يومياً وعند تطبيق طريقة مناولة جديدة وفق إرشادات فردريك تايلور أمكن بنفس الوسائل المادية ونفس عدد الأشخاص معالجة 47 طن أي نحو 4 مرات ما كان يمكن سابقاً.

فالوسائل المادية والأشخاص هي نفسها لم تتبدل كما ونوعاً في الحالتين أما الذي تبدل فهو طريقة العمل ونظام المناولة.

2-5.3 المرحلة التقنية الثالثة: الميكنة والتحكم والإنتاج الكبير المستمر:

بعد الحرب العالمية الثانية بدأت مرحلة تقنية صناعية جديدة أحدثت ثورة صناعية ثالثة وكان مكانها أمريكا أيضاً تلك هي تقنية الميكنة والتحكم والنقل الآلي لأجزاء المنتج في المصنع فيما بين العمليات الإنتاجية.

وتقوم تقنية الميكنة والتحكم (الميكنة والنقل الآلي بين العمليات الإنتاجية) على:

1- الميكنة Mechanization: وهو ما جاءت به تقنية الثورة الصناعية الأولى.

2- الإنتاج المستمر وميكانيكية نقل ومناولة المواد باستعمال السيور الناقلة.

3- الإنتاج الكبير Mass production.

4- السيطرة والتنسيق والمتابعة والتوجيه تلقائياً (أوتوماتيكياً)، بالوسائل الإلكترونية، وإخضاع حركات المكائن ووسائط النقل والمناولة كافة في خط الإنتاج لها (للسيطرة والتوجيه الإلكتروني).

ويقوم كل جزء أو جهاز في نظام الآلية الرتيبة بعملية تتكرر برتابة وتماثل تام واستمرارية، دون توقف، ودون تدخل مباشر من قبل الإنسان، سواء في أداء العمليات الإنتاجية (كالقطع والثقب والتفريز والكبس والخراطة.. وغيرها)، أو في عمليات النقل والمناولة والرفع والوضع أو تقديم وسحب المادة إلى ومن الآلات المتتالية ومواضع العمل، وبسبب خاصية الرتابة هذه، فقد سمي هذا النظام فيما بعد، في ثمانينيات القرن العشرين بنظام الأتمتة المتشدد Hard automation تمييزا له عن نظام التصنيع المرن الذي سيأتي الكلام عنه في الفصل التالي.

ومثلماً حصل مع كل من تقنية الميكنة الخاصة بالثورة الصناعية الأولى وتقنية الإنتاج الكبير الخاصة بالثورة الصناعية الثانية، فإن تقنية الآلية الرتيبة:

1- تطلبت استثمار مبالغ كبيرة بمعدلات هي أضعاف ما تطلبته استثمارات الإنتاج الكبير، وذلك بسبب تركيز تكثيف الميكنة من جهة، وارتفاع تكاليف الأجهزة الإلكترونية من جهة أخرى.

2- أسهمت في تخفيض تكلفة الوحدة المنتجة تخفيضاً مؤثراً.

3- زادت معدلات إنتاجية العامل في وحدة الزمن، وزادت كميات الإنتاج.

4- قلصت عدد العاملين في الإنتاج المباشرة بالنسبة لوحدة كمية الإنتاج ولوحدة رأس المال.

5- أنقصت عدد المشرفين.

2-5.3.1 دور ومكانة التنميط في المراحل المختلفة السابقة:

لكن في ظل تقنية المراحل (أو الثورات) الصناعية الثلاثة، كان واحد من المستلزمات الرئيسية لتنفيذ الإستراتيجية المذكورة آنفاً، هو التنميط Standardization ويقصد به تقليل عدد الأنماط والطرازات إلى أقل عدد ممكن في دفعة الإنتاج. وكانت الحاجة

للتنميط (تقليل عدد الأنواع) تزداد في كل مرحلة بالمقارنة مع سابقتها، وتزداد شدة كلما زادت كثافة رأس المال في الصناعة.

وبلغت هذه الحاجة أقصى مداها في ظل نظام الميكنة والنقل الآلي، بل أصبحت ضرورة من ضروراته الأساسية، ولم يكن العمل ليتم بهذا النظام دون توحيد المنتج وإنتاج كميات كبيرة جداً من المنتج الواحد، ذلك أن التكلفة تنخفض بانخفاض عدد طرازات المنتج.

ولكن بعد أن ازداد التطور في الأقطار الصناعية وتقدمها الاقتصادي، ومع ارتفاع معدلات الدخل الفردي وازدياد الرفاهية والثراء، فإن الاتجاهات الحديثة في تفضيلات المشترين من مستهلكين ومنتجين أصبحت تتميز بالآتي:

- شدة التنوع Diversification.
- الإتقان والتوجه للنوعية Quality Orientation
- سرعة التبديل Fast Changing Consumer Preferences.

وأصبح المستهلكون يريدون منتجاً له فرديته حتى وإن كلفهم أكثر، مثل التليفزيون الملون والهاتف بذاكرة والراديو الهاي فاي وغيرها من السلع المفردة الأخرى. وأصبح السؤال الآن كيف يعطي المستهلكون أقصى ما يمكن من تنوع الإنتاج بسعر مناسب؟.

2-5.3.2 تقنية الإنتاج النمطي Modular Production

مع مرور الزمن، يستمر السوق في المطالبة بتنوع أكثر، الأمر الذي يتطلب تحولاً عن طرق الإنتاج الجارية. وكان التحول إلى الإنتاج بالنمط، الذي تقوم فكرته على منظومة تصميم وتصنيع يمكن أن يتم تجميع مكوناتها بأقصى عدد ممكن من الطرق لإنتاج تنوعاً أكثر وأعظم واقعية للمنتجات، فمثلاً بدأت شركة موتورولا Motorola التصميم بالنمط Modular design في أجهزة التلفزيون بحيث يحتوي الجهاز على عدد من المكونات المنمطة Modules يمكن أن تستبدل كل قطعة منها وتحل محلها قطعة مثلها

بدون أي حاجة إلى لحام أو تثبيت خاص. وتمتاز هذه المنظومة بأن فني الصيانة بعد أن يتعرف على سبب العطل، يمكنه أن يرجع إلى لوحة تدله على الإجراءات التي يتبعها للإصلاح.

ومع تطور مبادئ الرياضة وبحوث العمليات، نشأت فكرة المنظومة system. ومنذئذ توسعت فكرة المنظومة لتحيط بعمليات المنشأة بالكامل. وفي آخر الأمر أحاطت أيضاً بالسوق وبالعميل، الذي كان دائماً حافزاً رئيسياً. وعندما طالب بتنويع المنتج تفاعلت المنظومة لإيجاد الطريقة للتنويع. وهذا يمكن أن يتحقق بطرق مختلفة للصناعات المختلفة، وكان التفكير في اقتراح الإنتاج المنمط كحل للتنويع يتمثل في التكوين بالأنماط Modular construction الذي يبدأ بطبيعة الحال بفكرة التصميم، وتقسيمه إلى قطع منمطة مستقلة Modules صغيرة، بحيث أن تجميع القطع المختلفة بطرق مختلفة ينتج منتجات متنوعة تنويعاً كافياً.

ويمكن تلخيص أدوات الإنتاج المنمط كالآتي:

- فكرة تصميم أكثر اقتدار ← أفراد + حسوب.
- تصميم أحسن ← أفراد + حسوب.
- هندسة إنتاج وتخطيط إنتاج أكثر شمولاً ← أفراد + حسوب.
- تحكم في المواد ومناولة المواد ← وسائل تحكم وتنوع أكثر + حسوب.
- تشغيل بالآلات Machining ← استخدام أكثر للآلية وللتحكم بالحسوب.
- التجميع ← مهارة أكثر وتحكم أكثر.
- تحكم في النوعية والاختبار ← مهارة أكثر وآلية أكثر.

2-5.4 المرحلة التقنية الرابعة: التصنيع المتكامل Integrated Manufacturing

في تيارات تنوع مستمر في الطلب يخفق الإنتاج القياسي الكبير في الاستجابة لمتطلبات

الأسواق، ومن ثم يحقق نظام الآلية المتشددة Hard automation نجاحاً في مسايرة أوضاع الأسواق وخصائصها (لأن الإنتاج القياسي لا يمكن أن يعمل اقتصادياً دون التوحيد القياسي). ومن ثم فإن السبق في اكتساب المنافسين يكون من نصيب تلك التقنية التي تقدر على خدمة التنوع وكثرة الاختلاف والتمايز والتبدل.

إن الاستجابة للتطورات النوعية الجديدة في خصائص السوق والتغلب على موانع الآلية Automation في كثير من الأعمال الإنتاجية تمثلت في التصنيع المتكامل Integraled Manufacturing كما هو موضح في الفصل التالي.

2-6 الطرق الأساسية للإنتاج الصناعي:

إن الإنتاج الصناعي ينطوي على الاستخدام المنظم للموارد الطبيعية، ورأس المال، والعمالة. وعلى الرغم من أن الأهمية النسبية لعوامل الإنتاج تختلف، إلا أن أهم مساهمة في القدرة الإنتاجية تأتي من القوى العقلية والمادية للإنسان.

وربما كانت العوامل الأكثر أهمية في تحقيق الإنتاج هي: الابتكار والتطوير وبعد النظر والتنظيم والتخطيط والمتابعة والمراجعة العلمية المستمرة المستخدمة، والتخلص من الفقد والضياع في خدمات الأفراد والآلات. وعلى ذلك فإن الإنتاج الكفء ينطوي على الاستخدام الاقتصادي للمواد والأفراد والآلات وطرق الإنتاج.

وفيما يلي شرح مختصر لأهم هذه الطرق:

2-6.1 طريقة الإنتاج بالطلب Jobbing Production:

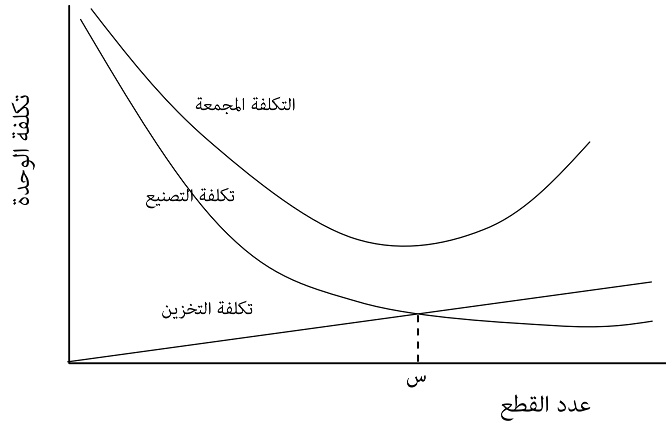
الإنتاج بالطلب هو الشكل التقليدي الذي يمتد تاريخه منذ الأيام الأولى لإنشاء المصنع، ويتكون من إنتاج صغير الحجم للوفاء باحتياجات العملاء الفردية. والإنتاج بالطلب يتم غالباً في مصانع صغيرة ويتمشى مع العمل المتنوع والمنتجات ذات التصميم الخاص والنماذج التجريبية. ويتميز بمرونة كبيرة في التشغيل وبالقدرة على تحقيق الطلب

من الناحية الفنية، وإن لم يحققه بالنسبة للتكلفة. وهذا النوع من الإنتاج يضفي أهمية كبيرة على مهارة وبراعة الملاحظين وعلى المهارات اليدوية والمهنية للمنتجين.

2-6.2 طريقة الإنتاج في دفعات أو إنتاج الكمية Batch or quantity production

وهو النوع الأكثر شيوعاً في المصانع الهندسية، ومن الأمور الصعبة تحقيق توازن اقتصادي في الإنتاج في دفعات. إن حجم الدفعة الاقتصادي يتحدد بالطلب، المبيعات، التوريد، واحتياجات التخزين، بحيث يكون هناك دائماً عرض جاهز، ولكن مع الاحتفاظ دائما بمخزون ليس كبيراً. والإنتاج بالكمية يمكن أن يطبق بالنسبة للمكونات، وأن ينطوي على نوعية وتنوعاً عاليين بالنسبة للمنتجات التامة.

والحجم الأمثل للدفعة لا يعتمد فقط على تكلفة التصنيع لكنه يعتمد أيضاً على سعر الفائدة على الأموال المستثمرة في تصنيع السلع وتكلفة تخزينها إلى أن يتم بيعها. ويبين الشكل (2-1) الحجم الأمثل للدفعة.



شكل (2-1)

الحجم الأمثل للدفعة

ويلاحظ أن تكلفة التوضيب للتصنيع Manufacturing set. Up، تقل مع زيادة عدد القطع في الدفعة، وأن تكلفة التخزين تزيد مع كبر حجم الدفعة (عدد القطع)، والتكلفة المجمعة تضم قيمتيهما. ويتضح من الرسم أن النقطة (س) التي يتقاطع فيها منحنى تكلفة التصنيع مع خط تكلفة التخزين تحدد الحجم الأمثل للدفعة.

2-6.3 طريقة الإنتاج بالمعالجة المستمرة Continuous Process Manufacturing:

مصانع المعالجة المستمرة Continuous process plants هي المصانع التي تصنع المواد الكيماوية والطبيعية بكميات كبيرة In bulk، وهي عادة تتكون من عدد من معدات معالجة، وشبكة أنابيب فيما بينها، وأجهزة ومعدات مساعدة كيماوية وكهربائية ومنافع مياه وطاقة وبخار وغاز وإمكانات تخزين. ومصانع المعالجة تتميز بمعايير تطبق على تحديد ملاءمتها للغرض الذي صممت من أجله، الذي قد يشمل كمية ونوعية المنتجات والمنتجات الثانوية والمخلفات، التي تنتج. وذلك عندما يزود المصنع بالمدخلات من المواد الخام والمنافع وفقاً للمواصفات. كما يشمل نسب استغلال المواد واستهلاك المنافع والكفاءة الإنتاجية للمصنع وغيرها من المعايير.

2-7 التخطيط لعملية الإنتاج والتحكم فيها وتحسينها:

2-7.1 مقدمـة:

إن نوع المنتج يدخل في تحديد العملية الإنتاجية لتصنيعه. فعلى سبيل المثال يوجد فرق كبير بين سلعة غير متطورة مثل التأمين، وسلعة متطورة مثل الأحذية والملابس، وفيما يلي المجموعات التي يمكن أن تصنف فيها المنتجات:

- غير الملموسة: مثل التعليم والتمويل والتأمين على الحياة والإعلان.
- الخدمات: مثل التصنيع والصيانة وخدمة السيارات والبيع بالتجزئة والوقود والمنافع (بالجملة والتجزئة) وتنظيف الملابس والصحة والترفيه والنقل العام.

- الزراعة: الغذاء والصناعات الغذائية والحيوانات وتحضير اللحوم والتبغ.
- السلع غير المعمرة: الملابس والمنسوجات والورق والكيماويات والنفط والفحم والمطاط الطبيعي والصناعي واللدائن.
- السلع المعمرة: أثاث المنازل، مواد وتوريدات التشييد، المعادن الأساسية، آلات مصانع الصلب، المنتجات المعدنية المصنعة، الآلات الكهربائية وغير الكهربائية، معدات النقل، معدات المواصلات، السيارات وقطعها، الطائرات وقطعها.

وتنقسم كل مجموعة منها إلى عدد لا يحصى من المجموعات الفرعية. والصناعة التحويلية تهتم أساساً بتصنيع المنتجات الزراعية والحيوانية وبالسلع غير المعمرة والسلع المعمرة. وعادة تعرف السلع غير المعمرة بأنها السلع التي تستهلك بالاستعمال، أما السلع المعمرة فإنها السلع التي لها مدة خدمة أطول، وعادة لا تستهلك استهلاكاً كاملاً بالاستعمال.

ويوجد في كل مجموعة بعض المنتجات التي يناسبها الإنتاج بالمعالجة المستمرة مثل الورق والنفط والمعادن الأساسية، وبعض منتجات تصنع في دفعات إما صغيرة أو كبيرة مثل الملابس والآلات والطائرات.

2-7.2 أسلوب الإنتاج بالمعالجة المستمرة:

2-7.2.1 التخطيط والتحكم للإنتاج بالمعالجة المستمرة:

ومن الأمثلة المعبرة للإنتاج المستمر صناعة الحديد والصلب الحديثة حيث تنتج منتجات الصلب من خام الحديد في عملية إنتاجية مستمرة. وبصفة عامة يراعى في التخطيط للإنتاج بالمعالجة المستمرة الاعتبارات الآتية:

- أن التخطيط للإنتاج ينبغي أن يأخذ في الاعتبار اقتصاديات الصناعة والسوق

وعملية الإنتاج نفسها، لأنه من الضروري للمنشأة الصناعية في أي صناعة أن تكون عارفة باستمرار بالتوجهات التي تتحول نحوها هذه الصناعة، نتيجة لما قد يستجد فيها من مواد بديلة تدخل في مجال المنافسة (مثلاً أصبحت اللدائن والألمونيوم والخرسانة تنافس الصلب)، أو من تقنيات حديثة (في الولايات المتحدة الأمريكية عندما استخدم الفرن الأكسجيني القاعدي في صناعة الصلب بعد الحرب العالمية الثانية حيث حل الفرن الواحد محل 12 فرنا عالياً قديماً لصناعة الصلب وحقق وفراً كبيراً جداً في إنتاج الطن الواحد من الصلب مقارنة بالفرن المفتوح، كما أن عملية الصب المستمر حققت زيادة كبيرة جداً في نسبة استغلال المواد).

- ومعرفة اقتصاديات السوق هي الأخرى من الأمور التي تساعد على تزويد العميل بالمنتج الذي يريده بالسعر الذي يمكنه أن يدفعه. كما إنها تمكن من متابعة الوفاء باحتياجات العملاء التي تتغير من يوم ليوم. وهذا يتطلب التخطيط لعملية الإنتاج والتحكم فيها لمقابلة هذه التغيرات. ومن المعروف أن عملية الإنتاج المستمر في صناعة الصلب وصناعة الورق وصناعة النفط وغيرها تناسب حجم الإنتاج الكبير، ولذلك فإنه في مثل هذه الصناعات يتطلب الأمر تطوير عمليات خاصة لإنتاج دفعات أصغر من منتجات هذه الصناعات ذات الأنواع والمقاسات الخاصة (ومثال ذلك استخدام الأفران الكهربائية لإنتاج كميات أصغر من الصلب الخاص).

- وكذلك ينبغي أن تصمم العملية الإنتاجية ووسائل التحكم فيها بحيث يمكن تشغيل المصنع بطاقة أقل من طاقته القصوى وتحقق نتائج أحسن من الإنتاج عند نقطة التعادل، ليتوفر فيها التوازن بين الأداء الاقتصادي والأداء الهندسي، وتتحقق لها مرونة بالنسبة للعلاقة بين نسبة الاستفادة من الآلات والمعدات وتكلفة المنتج، وخاصة في حالة إذا استخدم التحكم الآلي في عملية الإنتاج لأنه ينبغي أن يكون

الغرض من التحكم الآلي هو التوسع في استغلال عملية الإنتاج وليس الحد منها. والتحكم الآلي يفقد قيمته إذا لم يكن قادراً على التغير مع الظروف المتغيرة مثل سرعة الإنتاج ودقة المنتج وحجمه. ولذلك ينبغي أن يخطط لتوفير المرونة لعملية الإنتاج ووسائل التحكم.

والإنتاج المستمر يعتمد على ضوابط آلية يمكنها أن تصحح العمليات وتحتفظ بها في الحدود المسموح بها، وذلك بدون أن يتوقف الإنتاج، وهذه الضوابط لا تعتمد على الأفراد في عمليات الضبط في كل خطوة من خطوات العملية، وأصبحت قادرة على التحكم في التشغيل بحدود سماح صغيرة وترتب عليها إمكان زيادة بنسبة المقبول في مصانع الصلب من 80.75% إلى 95%.

ويعتمد مدى التوسع في الآلية في ضوابط التحكم في الإنتاج على ما يأتي:

- كمية المنتج أو الطلب عليه.
- تعقيد العملية الإنتاجية.
- تعقيد الضوابط التي يحتاج الأمر إليها.
- توفير المنتجين ذوي الخبرة الذين يمكنهم التحكم في عمليات الإنتاج بضوابط آلية أقل.
- الحالة الاقتصادية للصناعة.
- ثبات سوق المنتج وتوقعات الطلب عليه في المستقبل.
- استقرار العملية الإنتاجية واحتمالات التحسين فيها.

وإذا لم يكن الطلب على المنتج مستقراً أو إذا كانت أوامر الطلبات ليست كبيرة بدرجة كافية فإنه من غير المجدي التفكير في استخدام مجموعة ضوابط معقدة.

وبالنسبة للدفعات الصغيرة تستخدم مصانع الصلب الأفران الكهربائية بدلاً من

الأفران العالية وأفران الصلب المفتوحة أو الأكسجينية القاعدية لإنتاج أنواع الصلب الخاص كإنتاج أساسي لها وطورت ضوابط مرنة جداً لهذا الغرض، إلا أنه حتى وإن زادت الكميات زيادة كافية فإن موقفها في المنافسة لا يكون سهلاً لأن طريقة الإنتاج في مصانعها وضوابطها يكون من الصعب عليها أن يتنافسا مع الطريقة والضوابط المستخدمة في نتاج الكميات الكبيرة بأسلوب الإنتاج المستمر.

ومن الاعتبارات الأخرى التي ينبغي مراعاتها في المفاضلة بين التحكم الآلي والضبط اليدوي مدى توفر العمالة الماهرة لتشغيل الضوابط اليدوية.

والاعتبارات الاقتصادية تشمل تكلفة المنتج، تكلفة معدات الإنتاج، تكلفة معدات التحكم والضبط، وجود طرق أخرى للإنتاج والتحكم، كميات الإنتاج المطلوبة، الفائض الذي يمكن تحقيقه من تسويق المنتج، المنافسين وما لديهم من معدات وطرق إنتاج.

2-7.2.2 تحسين الإنتاج بالمعالجة المستمرة

عمليات الإنتاج الآلية ومعدات التحكم فيها وضوابطها يجرى فيها تحسينات سريعة نتيجة نشاط البحث والتطوير المستمر، الأمر الذي يفرض على المنشآت الكبيرة أن تعمل حسابها للاستفادة مما يترتب على تحسين طرق وضوابط الإنتاج من اكتساب القدرة على اختراق أسواق جديدة، والصمود للمنافسة في الأسواق القائمة، على الرغم مما قد يترتب على ذلك من مصروفات باهظة، وأن تحدد كيف ومتى تتخذ القرار في هذا الشأن على ضوء التطلعات المستقبلية ومقارنة تكلفة إدخال التحسينات على المعدات والضوابط وما تحققه من خفض في التكلفة وزيادة في الفائض.

2-7.3 أسلوب الإنتاج في دفعات:

2-7.3.1 التخطيط والتحكم للإنتاج في دفعات

يختلف التخطيط للإنتاج في دفعات والتحكم فيه عن الإنتاج المستمر وإن كانت

توجد بعض النواحي المتشابهة بينهما. وبصفة عامة توجد في الإنتاج في دفعات عمليات أكثر. ويمكن توضيح هذا الإنتاج بشكل أوفى بالكلام على الإنتاج في دفعات كبيرة والإنتاج في دفعات صغيرة.

يشتمل الإنتاج في دفعات كبيرة المزود بخط تجميع، كل من السلع غير المعمرة (مثل الملابس والأحذية) والسلع المعمرة (مثل الأجهزة المسموعة والسيارات). والتخطيط لكل منهما وإن كان فيه بعض الاختلاف إلا أن المبادئ الأساسية التي تطبق فيه واحدة.

فمثلاً يتم تقطيع الأجزاء لصناعة الملابس النسائية المنخفضة الثمن بأعداد كبيرة لها نفس الأورنيك ولكن باختلاف بسيط للمقاسات المختلفة، وعندما يتم التقطيع لجزء معين أو لقماش معين يستخدم قماش آخر. وبعد أن تتم خياطة الأجزاء المكونة للمنتج، يتم تركيب مستلزمات وحليات مختلفة حتى تأخذ الملابس مظهراً مختلفاً. ولهذا يقوم التخطيط لهذا الإنتاج على إنتاج القطع بالكميات الصحيحة لتغذية آلات الخياطة بها في الوقت المناسب والمكان المناسب في سلسلة التجميع. وبذلك تستمر عملية التجميع الرئيسية بدون انقطاع من البداية للنهاية. وبالطريقة نفسها يتم إنتاج الأجهزة المسموعة الرخيصة، إذ يتم شراء أو تحضير الأجزاء وتغذيتها لخط التجميع الرئيسي في الوقت المناسب والمكان المناسب للحصول على تدفق مستمر للإنتاج من البداية للنهاية.

هذا وتوجد عدة عوامل لتأمين التدفق الصحيح للإنتاج سبق الكلام عن بعضها مثل توفر الرسومات والمواصفات وقائمة الأجزاء وقوائم المواد وإعداد منظومة مناولة المواد وتحديد النوعية المطلوبة والاتفاق على منظومتي التحكم في الإنتاج والتحكم في التكاليف وتوفير العمالة المطلوبة.

وتبدأ الخطة الرئيسية للإنتاج من المنتج النهائي وتتبع المسار العكسي ويحدد المعدل اللازم لإنتاج الكمية المطلوبة.

وتستخدم قوائم المواد لتحديد الكميات من كل مجموعة فرعية وجزء من أجزاء المنتج التي تلزم في اليوم أو في الساعة للوفاء بحاجة الإنتاج المطلوب.

ثم يقرر مهندس دراسة الوقت والحركة، الطرق المناسبة ومعدلات الإنتاج التقديرية لكل جزء ولكل مجموعة فرعية ومجموعة نهائية.

وعلى أساس هذه المعلومات يصمم على الورق مخطط إنتاج مقترح، يبين خط الإنتاج الرئيسي والخطوط الفرعية، كما يبين هذا المخطط جميع المواد والأجزاء التي تغذي لهذه الخطوط في المراحل المختلفة للإنتاج.

وعلى ضوء معدل الإنتاج لكل جزء أو مجموعة، يحدد عدد المنتجين اللازمين لكل عملية تشغيل.

وفيما يلي بعض المحظورات التي ينبغي تحاشيها عند إعداد المخطط الأساسي لخطوط الإنتاج:

- التوقيتات غير الدقيقة نتيجة لعدم دقة التقدير وسوء التحضير للإنتاج وعدم خبرة أو عدم جدية المنتجين أو المشرفين.
- فشل إحدى العمليات الإنتاجية في تغذية خط التجميع بكمية كافية من القطع التي تشغلها.
- نقص في المواد أو مواد معيبة أو مواد نوعيتها أقل من النوعية المطلوبة.
- تكدس في القطع المصنعة في مرحلة يترتب عليه إبطاء في العمليات السابقة.

هذا.. ويحتاج الأمر إلى إيجاد وسيلة لتحديد ما إذا كانت عمليات خط الإنتاج قد انحرفت عن الخطة الموضوعة. كما يحتاج إلى أن تكون الضوابط مكثفة في البداية حتى يتم أجراء الضبط والتصميمات ويكتسب المنتجون الخبرة.

وتختار نقط تحكم حساسة على خط الإنتاج لاكتشاف الاختلافات بين التشغيل

المخطط والتشغيل الفعلي. وبعد تصحيح هذه الاختلافات، أما بتحسين الخطط الفعلية أو بتعديل الخطط الأصلية، يمكن الاستغناء عن بعض هذه النقط، وبعد ذلك يعهد بالرقابة على الإنتاج إلى قسم رقابة الإنتاج لمباشرة عمله العادي.

2-7.3.2 تحسين أسلوب الإنتاج في دفعات:

تستخدم المعايير نفسها التي تستخدم لعمل تغييرات في نهج الإنتاج بالمعالجة المستمرة في تحسين نهج الإنتاج في خط تجميع وهي: هل يحقق التغيير تحسيناً ذا جدوى؟ ما هي أحوال السوق الحالية؟ ما هو مستقبل المنتج؟ ما هي تكلفة إعادة تدريب المنتجين والتصرف في شأن المنتجين الذين يغيرون مواقع أعمالهم؟

وفي بعض الحالات، قد ينتج عن تحسين المنتج تحسيناً في مكانته في السوق، وعمراً أطول، الأمر الذي يبرر تنفيذه بصرف النظر عن تكلفته.

2-7.4 التصنيع بكميات صغيرة:

أصبح إنتاج كميات صغيرة من وحدات معقدة مقبولاً وعادياً لكثير من المنشآت الصغيرة وكذلك بالنسبة للمنشآت الأكبر التي تصنع الحسوب والطائرات والغواصات والصواريخ. وأنه وإن كانت المبادئ العامة للإنتاج الصناعي تنطبق على الحالتين ألا أن المدخل يختلف، ففي حالة إنتاج كميات كبيرة يمكن توزيع تكلفة التخطيط وتدريب المنتجين وتصميم المعدات، وبذلك تصبح تكلفة الوحدة من المنتجات أرخص. أما إذا كان الأمر يتعلق بإنتاج كميات صغيرة من منتجات معقدة فإن التكلفة تزيد بسبب الاحتياج إلى مهارة ومعارف أكثر وعدد أكثر تعقيداً وتخطيط أكثر فعالية وذلك من مرحلة التصميم إلى مرحلة الاختيار النهائي.

هذا ويسعى المصمم دائماً إلى أن يستخدم، بقدر الإمكان، آلات ومكونات ومواد ومجموعات قياسية سواء كان المنتج حسوب أو غواصة أو صاروخ. ومثل هذه المنتجات،

وإن كانت تصنع بكميات صغيرة، إلا أنها عادة تحتوي على أجزاء، وقطع ومكونات تنتج بكميات كبيرة وبمستويات مقبولة من حيث الاعتمادية والنوعية. أما الأجزاء التي تصنع حسب الطلب فإن إنتاجها بالضرورة يكلف أكثر. ويحتاج إعداد الخطط لتصنيع كميات صغيرة من منتج معقد إلى معرفة ومهارة أكثر مما يحتاجه إعداد خطط الإنتاج الكبير، لأنه في الإنتاج الكبير تتاح الفرصة لمهندس ا لتخطيط ليجرب ويصحح الأخطاء في الكميات الأولى، ويجري تصحيح الأخطاء في الإنتاج اللاحق، وبذلك تحمل تكاليف التجارب وتصحيح الأخطاء على عدد كبير من المنتجات. أما في تشغيل الكميات الصغيرة فإن المخطط يجب أن يكون صحيحاً منذ البداية لأنه لا تتوفر له فرصة ثانية بعد أن يكون الإنتاج المطلوب قد تم.

وبعد إقرار التصميم يتولى الزمام مهندس التخطيط ليعد مخطط للاحتياجات ويقرر سلسلة العمليات الإنتاجية.

وترسل قوائم المواد والقطع مبيناً عليها الكميات والتواريخ المطلوبة فيها هذه المواد والقطع إلى إدارة المواد لاتخاذ الإجراءات اللازمة ووضع الأمر بالمواد، التي لا تكون موجود في المخازن لشرائها.

ويخصص مشهلون لكل خط تجميع فرعي لفحص وإعادة فحص جميع المواد والعمليات التي تقررت بمعرفة مهندسي التخطيط.

ويقوم أفراد التفتيش والتحكم في النوعية بمتابعة وفحص جميع أنشطة الإنتاج للتحقق من أن العمل يسير وفقاً للخطة الأصلية والإبلاغ عن الانحرافات.

وهذا، وتختلف الرقابة على الإنتاج في دفعات بكميات صغيرة نسبياً عن الرقابة على الإنتاج المستمر وتحتاج إلى عمل تخطيطي وكتابي أكثر.

يحتاج استخدام طريقة بـرت (فنيـات تقيـيم ومراجعـة المشروع) في مجـال الـتحكم والرقابة على الإنتـاج في دفعـات إلى إعـداد خطـة كاملـة بـالتواريخ لكـل حـدث، وتوقيـع

خطوط للمسارات المختلفة للوصول لكل حدث كما تحتاج إلى تخصيص مشهل لمراقبة أحداث معينة والمسارات التي تؤدي لهذه الأحداث. ويكون هذا المشهل مسئولاً عن التحقق من أن جميع الوقائع التي تؤدي إلى الحدث تتم وفقاً للمخطط حتى يمكن أن يتم الحدث في الوقت المحدد له.

وإذ وجد المشهل أي نقص في الأحداث، أو أن العمل لا يسير وفقاً للبرنامج، عليه أن يتخذ إجراء عن طريق المشرف على العمل ليعيد الأمر إلى ما يجب أن يكون عليه، وإذا تعذر على المشرف المسئول ذلك يخطر المشرف في المرحلة التالية التي ستنتقل إليها القطعة أو المجموعة التي تحت التشغيل.

هذا ويمكن تلخيص الضوابط الأخرى للإنتاج في دفعات بكميات صغيرة نسبياً من منتج معقد في الآتي:

رقابة التكلفة:يصعب تقدير التكلفة تقديراً دقيقاً في حالة إنتاج كميات صغيرة من منتج معقد لأنه يعتمد لدرجة كبيرة على مهارة وسرعة العاملين على الآلات وأحياناً قد تعاد العملية عدة مرات قبل أن تؤدي أداءً ناجحاً.

رقابة النوعية: أحياناً تكون العملية جديدة على هؤلاء العاملين وقد لا تكون التعليمات والتدريب كافيين وقد تكون النوعية غير جيدة وتحتاج إلى عمالة إضافية ليصبح المنتج مقبولاً.

رقابة المواد: شراء وتصنيع القطع بكميات صغيرة صعب لأن تحقيق الإنتاج المطلوب يتطلب عملاً أكثر وتخطيطاً أوفى. وعلى ذلك تكون رقابة المواد أقل اقتصاداً بسبب أن كميات الإنتاج أقل.

وعلى ذلك فإن الرقابة المستمرة على العملية الإنتاج بأكملها هي السبيل الوحيد لتأمين تحقيق الإنتاج في دفعات بكميات صغيرة نسبياً في الوقت المحدد وبالنوعية المطلوبة.

2-7.4.1 التغييرات والتحسينات في الإنتاج بكميات صغيرة:

عندما تتم معالجة منتجات أو مكونات في كميات صغيرة، فإنه عادة لا يكون قد سبق إنتاجها، أو أنتجت مرات قليلة. ولهذا السبب تكون عرضة للتغير. فإذا كانت في مرحلة التجربة، فإن المهندسين سيستمروا في العمل في التصميم، وسيجدوا أشياء كثيرة يتطلب الأمر تغييرها.

والتغيرات تشكل تحديا للمخططين ومديري المشروع والمشهلين، وينبغي أن يكون مهندسو التصميم واعين بالإزعاجات والصعوبات التي تسببها تغييراتهم، وخاصة إذا كان الإنتاج قد بدأ. والتغييرات في الكميات الصغيرة لا يمكن تبريرها على أساس تحسين شكل المنتج أو جعله أسهل في الإنتاج، إلا إذا ترتب على التغيير تحسيناً رئيسياً في التشغيل. وجميع التغييرات المقترحة التي تحتاج لإعادة تخطيط، ينبغي مناقشتها مع كبير المهندسين ومدير المشروع، اللذين ينبغي أن يكونا في وضع يمكنهما من الموافقة أو عدم الموافقة على التأخير والتكلفة الإضافية.

2-7.5 تخطيط العملية الإنتاجية بمساعدة الحسوب :

تتطلب عملية الإنتاج دراسة عدد كبير من نواحي التصنيع ونظراً لأن الحسوب الحديث يمكنه أن يخزن كميات كبيرة من معلومات العملية. ويؤدي المقارنات والاختبارات الكثيرة حتى يمكن الوصول إلى خطة اقتصادية تحقق متطلبات النوعية والكمية، فإن قدراته يتزايد استخدمها. إن منظومات التخطيط المتقدمة بالحسوب تمكن المخططين الجدد نسبياً من أن يكونوا فعاليين مثل المخططين ذوي الخبرة. كما أنها تمكن من إتمام التخطيط في وقت أقل كثيراً من التخطيط اليدوي.

ونموذجياً تستخدم منظومة تخطيط بالحسوب مخزوناً من الخطط النمطية. كما أنها تستخدم أيضاً مخططات تصنيف وشفرة للاسترجاع السريع للخطة النمطية المناسبة للعملية التي تكون قابلة للتطبيق على الجزء الذي يجري تحليله. وفي حالة عدم وجود

خطة نمطية تناسب المكون الذي يجري دراسته، يمكن استنباط خطة جديدة مبنية على المعلومات المخزونة في ذاكرة الحسوب، ويمكن أيضاً تعديل خطة نمطية لتوافق جزء معين.

2-7.6 أمثلة لأساليب الإنتاج لبعض الصناعات :

إن المبادئ الأساسية للتخطيط لخطة إنتاج الملابس والأحذية، وإن كانت لا تختلف عنها بالنسبة للتخطيط لخط تجميع الراديو والسيارة، إلا أن التفصيلات تختلف وفقاً للمنظومات التي تطبقها المنشأة بالنسبة لتصميم المنتج ومناولة المواد ونوعية المنتج والتحكم في التكلفة. إن الخطة العامة للإنتاج المقرر هي بالعمل عكسياً من المنتج النهائي للأمام. وفي هذه الخطة يتحدد المعدل المطلوب لإنتاج الكمية المطلوبة وأسلوب الإنتاج. ولغرض الإيضاح بين ملحق (2ج) باختصار أمثلة لأساليب الإنتاج لبعض الصناعات.

ملحق (1 - 2)

فروع الصناعة
وفقا للتصنيف الصناعي القياسي الدولي
لجميع الأنشطة الاقتصادية (الأمم المتحدة)

لما كان توحيد الترقيم أمراً هاماً في مجال تبادل المعلومات والبيانات بين الأقطار العربية والصديقة؛ فقد رؤى تضمين هذا الملحق الجزئين المتعلقين بالمناجم والمحاجر وبالصناعة في التصنيف الصناعي القياس الدولي الذي أصدرته الأمم المتحدة واستخدام الترقيم نفسه الوارد فيهما. هذا ولم تذكر مفردات المجموعات ويمكن الرجوع في شأنها إلى النشرة الصادرة من الأمم المتحدة.

قائمة الفروع الرئيسية والجزئية والمجموعات
لقطاع المناجم والمحاجر وقطاع الصناعة

القطاع	الفرع الرئيسي	الفرع الجزئي	المجموع	
2				**المناجم والمحاجر** يستخدم هنا بمعنى واسع ليبين استخراج وتهيئة ومعالجة المواد الطبيعية: الصلبة مثل الفحم، والخامات - السائلة مثل النفط الخام، والغازية، مثل الغاز الطبيعي وأعمال المناجم تتضمن المناجم العميقة والسطحية والمحاجر والآبار وجميع الأنشطة المساعدة لتهيئة ومعالجة الخامات، مثل التكسير، الغربلة، الغسيل، التنظيف، التدريج، الطحن، التعويم، التكرير، قطع الأطراف والتحضيرات الأخرى التي يحتاج الأمر إليها لجعل المادة قابلة للتسويق. وأنشطة المناجم تصنف في فروع رئيسية، فروع جزئية ومجموعات على أساس المادة المنتجة.

القطاع	الفرع الرئيسي	الفرع الجزئي	المجموع	
	21	210	2100	مناجم الفحم
	22	220	2200	إنتاج النفط الخام، والغاز الطبيعي
	23	230		مناجم الخامات المعدنية
	2301			مناجم خام الحديد
	2302			مناجم خام المعادن غير الحديدية
	29	290		مناجم أخرى
			2901	المحاجر، حفر الطفل والرمل
			2902	مناجم المواد الكيماوية والسماد
			2903	مناجم الملح
			2909	مناجم ومحاضر ليست واردة في مكان آخر.
3				**الصناعة**

تعرف الصناعة بأنها التحويل الميكانيكي أو الكيماوي للمواد غير العضوية أو العضوية إلى منتجات جديدة سواء تم أداء العمل بواسطة آلات تدار بالقوة المحركة أو يدويا، وسواء في مصنع أو في منزل، وسواء بيعت المنتجات بالجملة أو بالقطاعي.

ويعتبر تجميع القطع المكونة للمنتجات المصنعة وتجميع وتركيب الآلات والمعدات في أعمال المناجم والصناعة والتجارة والمنشآت الأخرى، عندما تؤدي كنشاط متخصص، تصنف في مجموعة الصناعة نفسها التي فيها الآلة أو المعدة التي يجري تجميعها أو تركيبها.
والمنشآت المتخصصة في الآلات والمعدات الصناعية، والتجارية والمكتبية تصنف، بصفة عامة، في

مجموعة الصناعة نفسها التي فيها المنشآت التي تعمل أساساً في

القطاع	الفرع الرئيسي	الفرع الجزئي	المجموع	
				تصـنيع الآلات أو المعـدات المعنيـة، وتصـنيع المكونـات والقطـع والمكملات والملحقات والمعدات تصنف كقاعدة عامة، في
				مجموعة الصناعة نفسها التي فيها الآلات أو المعدات الخاصة بها. بيد أن تصنيع مكونات ومكملات غير متخصصة للآلات والمعدات مثل المحركات، البساتم، المحركات الكهربائية، الصمامات، التروس، كراسي المحاور، تصنف في مجموعة الصناعة المناسبة بصرف النظر عن الآلة أو المعدة التي ستستخدم فيها القطعة.
31				صناعة الغذاء، المشروب والتبغ
	311			صناعة الغذاء
	312			
			3111	المجازر، تحضير وحفظ اللحوم
			3112	منتجات الألبان
			3113	تعبئة وحفظ الخضر والفاكهة
			3114	تعبئة وحفظ وتحضير الأسماك والقشيرات
			3115	تصنيع الزيوت النباتية والحيوانية والمسلى
			3116	منتجات طحن الغلال
			3117	منتجات المخابز
			3118	مصانع ومعامل تكرير السكر
			3119	تصنيع الكاكاو والشيكولاتة والحلوى السكرية
			3121	مصنع منتجات غذائية غير مصنعة في مكان آخر
			3122	تصنيع أعلاف الحيوانات
	313			صناعة المشروبات
			1313	تقطير وتنقية ومزج المشروبات الروحية
			3132	صناعات الخمور
			3133	معجون الشعير وسوائل معجون الشعير
			1334	المشروبات الخفيفة والغازية
	314			تصنيع التبغ
32				صناعة المنسوجات، الملابس والجلدية

صناعة المنسوجات			321	
غزل ونسيج وطباعة المنسوجات	3211			
تصنيع السلع النسجية الجاهزة غير الملابس	3212			
مصانع شغل الإبرة	3213			
تصنيع السجاجيد والبطاطين	3214			
صناعات الحبال والخيوط المجدولة	3215			
تصنيع منسوجات غير مصنفة في مكان آخر	3219			
تصنيع الملابس باستثناء الأحذية	3220		322	
تصنيع الجلود والمنتوجات الجلدية وبدائل الجلود والغراء باستثناء الأحذية والملابس			323	
المدابغ وتشطيب الجلود	3213			
صناعات تحضير الفراء وصباغتها	3232			
تصنيع المنتجات الجلدية وبدائل الجلود باستثناء الأحذية والملابس	3233			
تصنيع الأحذية باستثناء الأحذية المطاطية المعالجة أو المصبوغة أو اللدائنية.	3240		324	
تصنيع الأخشاب والمنتجات الخشبية بما في ذلك الأثاث				33
تصنيع الأخشاب والمنتجات الخشبية والفلينية باستثناء الأثاث			331	
مصانع نشر وتسوية الأخشاب	3311			
تصنيع الحاويات الخشبية والخيزرانية والمشغولات الخيزرانية	3312			
تصنيع منتجات خشبية وفلينية غير مصنفة في أي مكان آخر	3319			
تصنيع الأثاث والمثبتات باستثناء الأثاث والمثبتات المعدنية في الأساس	3320		332	
تصنيع الورق ومنتجاته والطباعة والنشر				34
صناعة الورق ومنتجاته			341	
صناعة اللب والورق والكرتون	3411			
صناعة الحاويات والصناديق من الورق والكرتون	3412			
صناعة اللب والورق والسلع الكترونية غير المصنفة في مكان آخر	3419			

صناعة الطباعة والنشر والصناعات المتعلقة بها	3420		342	
تصنيع الكيماويات والمنتجات الكيماوية والنفطية والفحمية والمطاطية واللدائنية				35
تصنيع الكيماويات الصناعية			351	
تصنيع الكيماويات الأساسية باستثناء الأسمدة	3511			
تصنيع الأسمدة والمبيدات	3512			
تصنيع الرتنجات الصناعية والمواد اللدائنية والخيوط الصناعية ما عدا الزجاجية	3512			
تصنيع منتجات كيماوية أخرى			352	
تصنيع البويات والورنيش والجملكة	3521			
تصنيع الأدوية	3522			
تصنيع الصابون والمنظفات والروائح العطرية ومواد التجميل	3523			
تصنيع منتجات كيماوية غير مصنفة في أي مكان آخر	3529			
معامل تكرير النفط	3530		353	
تصنيع منتجات نقطية وفحمية مختلفة	3540		354	
تصنيع منتجات مطاطية			355	
صناعات الإطارات الخارجية والداخلية	3551			
تصنيع منتجات مطاطية غير مصنفة في أي مكان آخر	3559			
تصنيع منتجات بلاستيكية غير مصنفة في أي مكان آخر	3560		356	
تصنيع مواد غير معدنية باستثناء المنتجات النفطية والفحمية				36
تصنيع الصلصال والخزف والصيني	3610		361	
تصنيع الزجاج والمنتجات الزجاجية	3620		362	
تصنيع منتجات مواد غير معدنية أخرى			369	
تصنيع منتجات صلصالية إنشائية	3591			
تصنيع الأسمنت، الجير والجبس	3692			
تصنيع منتجات مواد غير معدنية غير مصنفة في أي مكان آخر	3699			
صناعات المعادن الأساسية				37

	371		3710	صناعات الحديد والصلب الأساسية
	372		3720	صناعات المعادن غير الحديدية الأساسية
38				تصنيع المنتجات المعدنية المصنعة، الآلات والمعدات
	381			تصنيع المنتجات المعدنية المصنعة، باستثناء الآلات والمعدات
			3811	تصنيع أدوات الأكل والمطبخ والعدد اليدوية
			3812	تصنيع الأثاث المعدني وملحقاته
			3813	تصنيع المنتجات المعدنية لأعمال التشييد
			3819	تصنيع منتجات مصنعة باستثناء الآلات والمعدات غير المصنفة في أي مكان آخر
	382			تصنيع الآلات باستثناء الكهربائية
			3821	تصنيع المحركات والتوربينات
			3822	تصنع الآلات والمعدات الزراعية
			3823	تصنيع آلات تشغيل المعادن والأخشاب
			3824	تصنيع آلات والمعدات، باستثناء الكهربائية غير المصنفة في أي مكان آخر
			3825	تصنيع الآلات المكتبية والآلات الحاسبة وآلات المحاسبة
			3829	الآلات والمعدات، باستثناء الكهربائية، غير المصنفة في أي مكان آخر
	383			تصنيع الآلات والأجهزة والأدوات والتوريدات الكهربائية
			3831	تصنيع الآلات والأجهزة الكهربائية والصناعية
			3832	تصنيع الأجهزة المسموعة والمرئية وأجهزة وأدوات الاتصالات
			3833	تصنيع الأجهزة والأدوات الكهربائية المنزلية
	384			تصنيع معدات النقل
			3841	تصنيع السفن وإصلاحها
			3842	تصنيع معدات السكك الحديدية
			3843	تصنيع السيارات
			3844	تصنيع الدراجات العادية وذات المحركات
			3845	تصنيع الطائرات

			3849	تصنيع معدات النقل غير المصنفة في أي مكان آخر
	385			تصنيع معدات مهنية وعلمية وللقياس والتحكم غير مصنفة في أي مكان آخر، وتصنيع سلع فوتوغرافية وبصرية.
			3851	تصنيع معدات مهنية وعلمية وللقياس والتحكم غير مصنفة في أي مكان أخر
			3852	تصنيع سلع فوتوغرافية وبصرية
			3853	تصنيع الساعات والمنبهات
39				صناعات تحويلية أخرى
			3901	صناعة المجوهرات والسلع المتعلقة بها
			3902	صناعة الآلات الموسيقية
			3903	صناعة أدوات الرياضة والألعاب
			3909	صناعات تحويلية غير مصنفة في أي مكان آخر

ملحق (2 - 2)

الصفات المميزة للمنشأة والتأثيرات الناتجة عنها

أولاً- الصفات المميزة:

(أ) أنواع الإنتاج والتشغيل

1- الإنتاج أو التشغيل تبعاً لطلب العميل ومواصفاته بالقطعة أو بدفعات صغيرة جداً.

2- الإنتاج بالدفعة- الدفعة المتوسطة حتى الكبيرة، أداء خدمة متكررة أو روتينية.

3- الإنتاج المستمر أو الخدمة العامة.

4- الإنتاج التحويلي ذو الطريقة الإنتاجية الخاصة به (الكيميائي وما شابه).

5- من الإنتاج أو التشغيل المستمر إلى الإنتاج في دفعات.

(ب) الطريقة الإنتاجية – المصنع والمعدات

1- حرية الاختيار بين مختلف أنواع الطرق الإنتاجية والمعدات وطرق التشغيل.

2- خواص الطريقة الصناعية أو طريقة التشغيل المستخدمة.

3- درجة التعقيد العلمي أو التكنولوجي.

4- العمالة الكثيفة أو الرأسمال الكثيف.

5- معدل التقادم والبوار (زوال الغرض).

6- درجة المهارة اليدوية المحتواة.

7- الجهد الفسيولوجي المطلوب.

8- الجهد العقلي المطلوب.

9- من التشغيل اليدوي إلى الآلية الذاتية.

10- نسبة زمن التشغيل إلى زمن المناولة والنقل.
11- نسبة تكاليف تشغيل المصنع إلى تكاليف العمالة.
12- تواتر وزمن عمليات الصيانة الضرورية.
13- عدد العمليات اللازمة للسلعة المنتهية.
14- عدد الوحدات التنظيمية التي تدخل في استكمال وحدة من السلعة أو الخدمة.
15- مدى التعاقد من الباطن للحصول على أجزاء أو عمليات.
16- مدى توفر احتياجات المصنع والمعدات وقطع الغيار.
17- مدى توفر الصانع والمعدات في البلد.
18- القيود على شراء أو استيراد احتياجات المصنع والمعدات وقطع الغيار.
19- ظروف العمل والأمن الصناعي.
20- ظروف العمل المتعلقة بالطريقة الصناعية والمصنع والمعدات.
21- الخطر المعرض له العمال وغيرهم والمتعلق بالمصنع والمعدات والطريقة الصناعية.
22- تأثير الأضرار خارج مكان العمل.

ثانياً- تأثير الصفات المميزة:

1- أنواع الإنتاج (التشغيل) وتأثيراتها على المنشأة:

(أ) الإنتاج أو الخدمة طبقاً لطلب العميل بالقطعة الواحدة أو على دفعات صغيرة جداً:

1- تزيد تكاليف الإنتاج أو التشغيل عن أي نوع آخر من الإنتاج أو التشغيل.
2- تكون المعدات والآلات ذات غرض عام لتوفير أقصى مرونة ممكنة لها وقد يكون مدى الاستغلال والاستفادة من الآلات منخفضاً.
3- التركيز في عملية البيع والإعلام على خدمة العميل أكثر من التركيز على السلعة.

4- تزيد الحاجة لمهارة أعلى في أفراد الإنتاج والتشغيل وتزيد صعوبة الإشراف عنها في أنواع الإنتاج الأخرى.

5- تزيد مخزونات المواد الخام كمية ونوعاً بالنسبة للمخرجات وقد يكون هناك إسرافاً كبيراً.

(ب) الإنتاج بدفعات متوسطة أو كبيرة والخدمة الرتيبة المتكررة:

كلما زاد التكرار في نوعية الإنتاج أو الخدمة:

1- تقل الحاجة إلى المرونة في تشغيل المصنع والمعدات إذا تم الإنتاج أو التجهيز طبقاً لطلب العميل، ويزيد إمكان استخدام المعدات ذات الغرض الخاص، ويمكن تحسين درجة الاستغلال والاستفادة من طاقة المصنع.

2- تزيد أهمية تخطيط المصنع، ويزيد إمكان رقابة الإنتاج بوسائل طبيعية وتتزايد أهمية تخطيط الإنتاج.

3- كلما تزايد حجم دفعات الإنتاج، كلما زادت أهمية وإمكانية التخطيط السليم للمصنع.

4- تميل مخزونات المواد الخام إلى الانخفاض بالنسبة للمخرجات، ولكن قد تتعطل نسبة أكبر من الأموال في مخزون السلعة المنتهية، ويمكن الاتفاق مع الموردين على برامج تسليم للمواد.

5- تزيد إمكانية توظيف عاملين نصف مهرة مع أخصائي إعداد آلات ومشرفين ومفتشين (فحص ورقابة)، ويزيد عدد أفراد التصميم والتخطيط.

6- يمكن تبسيط وتقسيم العمليات.

7- تزيد أهمية التصميم الذي يضع في اعتباره سهولة الإنتاج ويصبح من الضروري تنميط الأجزاء.

8- تزيد إمكانية وأهمية ترشيد طرق الإنتاج ومكان العمل.

(ج) الإنتاج المستمر أو الخدمة على نطاق واسع وبمقياس كبير:

يعني هذا الإنتاج أو الخدمة الآتي:

1- تصبح العمليات غير مرنة بالمرة.

2- تعد البرامج مقدماً وفي توقيت مبكر جداً.

3- تعطي الأهمية القصوى للتصميم مع استخدام أقصى درجة من درجات التنميط، والحد إلى أقصى درجة من أي تعديل في السلعة أثناء الإنتاج، وتتزايد أهمية نشاط التطوير.

4- تتاح الفرصة ويصح الاستخدام للآلات ذات الغرض الخاص والآلية في عمليات التداول والنقل بين العمليات الصناعية.

5- يمكن تبسيط وتنميط العمليات مع ضرورة تحقيق التوازن بين الوقت الذي تستغرقه كل من هذه العمليات ليمكن تحقيق أمثل انسياب ممكن.

6- يجب أن تكون جودة المواد مطابقة للمطلوب تماماً.

7- تزيد أهمية عمليات التخطيط ومراقبة الإنتاج إلى حد كبير لضمان انسياب لا يتعرض للتعطل أو يعترضه شيء لأن أي عطل أو توقف يحدث لعملية من العمليات سوف يؤثر بدوره على باقي العمليات وتزيد التكاليف فوراً.

8- يجب إذا أمكن ربط مراجع تسليم المواد بمعدل الإنتاج بحيث لا يستثمر في المخزون إلا الحد الأدنى من المال.

9- نظراً للارتباط الشديد بين الطرق الصناعية، يجب كلما أمكن تفادي أي عطل، مع توفير التخطيط الجيد للصيانة الوقائية.

10- تقل أهمية المهارة اليدوية عن المهارة العقلية، يمكن بالتخطيط وتبسيط العمليات، التخلص من الحاجة إلى المهارة اليدوية.

11- يحتاج الأمر إلى جهد مستمر في التسويق لتفادي الاستخدام الجزئي للخدمات

أو التراكم السريع للسلع المنتهية، ويجب أن تتبع المبيعات الإنتاج بدلاً من أن يتبع الإنتاج (أو التشغيل) البيع.

(د) الصناعات التحويلية ذات الطرق الصناعية الخاصة؛ الكيماوية وما يماثلها:

1- تزيد الأهمية للاعتبارات الفنية بقدر أكبر من الصناعات الأخرى وتشمل البحث والتطوير وحسن تنظيم عملية التشغيل وتوصيف نوعية المواد المطلوبة.

2- يتحقق التحسين الرئيسي للمنتوج والجودة عن طريق التحسين للطريقة الصناعية.

3- يصبح الاستغلال والاستفادة الكاملة من المصنع مفتاح الموقف، لخفض التكاليف.

4- يجب أن تكون مواصفات المواد مطابقة تماماً للمواصفات المطلوبة.

5- تزيد أهمية إجراء الصيانة الوقائية إثناء توقف العمل طبقاً لخطة محددة.

6- كلما أمكن يجب استنباط منتوجات ثانوية تستخدم أي مواد متخلفة أو بقايا. ويسهم هذا في خفض تكلفة السلعة الأصلية.

7- يمكن تحسين الرقابة على الطريقة الصناعية باستخدام الوسائل الآلية والآلية الذاتية.

(هـ) من الإنتاج المستمر إلى الإنتاج أو التشغيل المتقطع:

إذا قلت درجة استمرار الإنتاج أو كان موسمياً:

1- لتحقيق أقصى استغلال للمصنع تجري الصيانة والإصلاح في غير الموسم، وذلك حتى يمكن تشغيل المصنع بأقصى حد من الاستمرارية أثناء الموسم.

2- كذلك يصعب الاحتفاظ بالقوة العاملة الكاملة المطلوبة من موسم لآخر.

2- تأثيرات الطريقة الصناعية والمصنع والمعدات على المنشأة:

(أ) حرية الاختيار بين الطرق الصناعية المختلفة والمعدات وطرق التشغيل:

إذا كانت هناك بعض الحرية في الاختيار بين الطرق الصناعية المختلفة ومكونات المصنع أو المعدات لإنتاج سلعة معينة وأجزائها، أو القيام بخدمة معينة تكون النتيجة كالآتي:

1- يمكن للمنشأة أن تتبع سياسة أكثر مرونة، فيما يختص بإنتاج السلعة أو الخدمة وتسويقها، إذ يمكن أن تقوم بالتنفيذ الاقتصادي لطلبات العملاء ذات الحجوم المختلفة، بتغيير الطريقة الصناعية أو الآلة تغييراً سليماً أي تتحقق المرونة والاقتصاد تحت ظروف مختلفة، بأحداث التغيير المناسب في المعدات.

2- تزيد صعوبة اختيار أفضل تخطيط للمصنع وكذلك رقابة انسياب العمل.

3- تزيد صعوبة وضع برامج وتوقيتات زمنية لانسياب العمل والخدمات.

4- يحتاج اختيار المصنع والمعدات إلى درجة أكبر من المعرفة الفنية، إذ تزيد فرص الاختيار وتزيد أهمية المواصفات الفنية الصحيحة.

5- قد يتوافر اختيار متوسع للمعدات والمصنع بما يناسب ما يتوفر من مهارات للتشغيل والصيانة.

6- إذا كان هناك مجال للاختيار بين المصنع ذي كثافة الأيدي العاملة الأكبر والمصنع ذي الكثافة الآلية الأكبر، يسهل أخذ عوامل مختلفة هامة في الاعتبار، مثل إتاحة فرص أكبر للعمل والتوظيف على ضوء ما تتطلبه اقتصاديات العملية.

(ب) خواص الطريقة الصناعية أو طريقة التشغيل المستخدمة

(1) درجة التعقيد العلمي والتقني:

إذا كانت طريقة الصنع أو التشغيل أو إذا كانت المعدات والآلات متقدمة من الناحية العملية والتقنية ومعقدة.

1- تتحسن كفاءة التشغيل والإنتاج عن طريق التحسين التقني أكثر من أحداث التحسين عن طريق التنظيم.

2- تزيد أهمية دور العاملين التقنيين والعلميين عن دور العاملين في الإنتاج على الآلات الذين يبدأ تأثيرهم على اقتصاديات التشغيل في الانخفاض.

3- إذا تأثرت اقتصاديات الإنتاج كثيراً بتصميم السلعة، يجب أن يكون أفراد التصميم على درجة عالية من التدريب على الطرق الصناعية بصورة أكبر من المعتاد.

4- كلما زادت درجة تعقيد الطريقة الصناعية أو العملية الإنتاجية كلمات زادت درجة صعوبة رقابتها، واحتاجت إلى استخدام وسائل آلية متقدمة.

5- تزيد الحاجة إلى الأخصائيين المدربين ذوي الخبرة في عملية الصيانة.

6- تزيد الحاجة إلى تدريب جميع العاملين في المصنع، وقد تفضل المنشآت تدريب أفرادها في مصانع إنتاج الآلات والمعدات الموردة للمصنع لما في ذلك من مزايا.

7- تزيد التكاليف الرأسمالية كلما زادت درجة التعقيد العلمي والفني نتيجة ارتفاع تكاليف التطوير.

8- كلما زادت درجة التعقيد التقني للمعدات التي تستخدمها منشآت تعمل في بلاد مستوردة لهذه المعدات، يزيد اعتماد هذه المنشآت على صلاحية وكفاءة الشركات الأجنبية.

(2) الاختيار بين الكثافة العمالية والكثافة الآلية:

إذا كانت الطريقة الصناعية أو المعدات والآلات المستخدمة في الإنتاج أو التشغيل ذات درجة عالية من الكثافة الآلية:

1- تتقيد حرية سياسة السلعة والتسويق مع إبقاء التغيير والتعديل عند الحد الأدنى.

2- تزيد أهمية الاستغلال والاستخدام الكامل للمصنع عنه بالنسبة للعمل من أجل خفض تكاليف التشغيل، وقد يتم خفض التكاليف الكلية عن طريق زيادة القوة العاملة أحياناً.

3- يجب اتخاذ كل إجراء ممكن للوصول بالأعطال إلى الحد الأدنى، وتخفيض مدة استمرارها، ويجب التخطيط الدقيق لحركة المواد وانسياب الإنتاج والصيانة الوقائية. وفي صناعات الخدمات كالنقل توضع جداول زمنية لتحقيق الاستغلال والاستخدام الأقصى، مع خفض التأخير إلى أقصى حد ممكن.

4- تقل درجة المنافسة كلما اتجه التشغيل نحو الكثافة الآلية الأكبر إذ تتلاشى منافسة العدد الكبير من المنشآت الصغيرة تدريجياً.

5- يقل احتمال إمكان تمويل المنشأة لمشترياتها من مواردها الخاصة.

6- في البلاد التي تستورد معداتها الرأسمالية يجب العناية بجدوى استخدام المصانع ذات الكثافة الآلية وأن يبرر ذلك بحجم السوق والتوسع في الإنتاج أو التشغيل.

7- إذا كانت طرق الصنع ذات كثافة عمالية عالية، وتحتاج إلى رأسمال أقل تكون للمنشآت الصغيرة التي تخدم السوق المحلي الأفضلية على المنشآت التي توزع على المستوى القومي.

(3) معدل التقادم والبوار:

إذا كان معدل تقادم المصنع وآلاته متزايداً، يكون هناك تزايداً في اتجاه التأثيرات الناتجة من زيادة الكثافة الآلية للإنتاج:

1- يجب أن تكون الإدارة مستعدة لاستبدال المعدات على فترات متكررة وستكون المعدات الجديدة طبعاً أعلى ثمناً من المستبدلة.

(4) مدى المهارة اليدوية المطلوبة:

كلما زادت درجة المهارة اليدوية:

1- تزيد أهمية التدريب المهني.

2- يجب أن يكون المشرفون مهرة في المهن الجاري استخدامها.

3- لا يتحقق الكثير من إعادة التخطيط وتقسيم العمل نظراً لأن العمل يعتمد بصورة أكبر على المنتج المنفرد. ويزيد ما تجنيه المنشأة من خلق الدافع في العامل الماهر بإتاحة الفرصة له لإكمال شغلة كاملة (أو جزء بارز من شغلة) عما تجنيه المنشأة من تقسيم العمل.

4- يمكن تحقيق الاقتصاد بتخليص المنتجين المهرة من العمل الذي لا يتطلب مهارة.

5- ترشيد جميع جوانب العمل غير المتصلة بالمهارة الأساسية تؤدي غالباً إلى درجة استغلال واستخدام أكبر للمنتجين المهرة.

(5) الجهد البدني المبذول:

إذا زاد معدل الجهد البدني في أية عملية:

1- يجب أن تتاح فرص الراحة للمنتجين بصورة كافية، وزيادة نسبة وقت الراحة إلى وقت العمل.

2- يوجد مبرر اقتصادي وإنساني كاف للميكنة والآلية.

3- يتعرض المنتجين بصورة أكبر إلى الإرهاق والحوادث، ويجب تدريبهم على طرق العمل التي تؤدي لتلافي هذه الحوادث.

4- يستلزم الأمر توفير غذاء كاف ومتوازن.

5- يحتاج الأمر لدرجة إشراف أكبر (بما في ذلك الإشراف الطبي).

(6) الجهد العقلي المبذول:

إذا زاد الجهد العقلي المبذول لوضع البرامج والتشغيل ورقابة الإنتاج:

1- يتواجد نوع من التشابه بين من يعمل في التنفيذ وبين من يعمل في الإدارة مما يدفع الأول للمطالبة بنفس أحوال المعاملة.

2- يقصر العمل اليدوي على التنظيف البسيط وتلبية احتياجات العمليات الصناعية.

3- عندما تصبح العمليات العقلية متكررة ورتيبة من المحتمل إمكان إجرائها بكفاءة أكبر بواسطة الأجهزة (بما في ذلك الآلات الإلكترونية لمعالجة المعلومات).

4- لا تتحقق اقتصاديات التشغيل عن طريق تبسيط طرق العمل البدني بقدر ما تتحقق نتيجة حذف عمليات معينة وتبسيط الإجراءات.

(7) التحول من الإنتاج اليدوي إلى الإنتاج الآلي:

إذا تطورت طريقة الإنتاج أو التشغيل من العمل اليدوي الكامل إلى الإنتاج الآلي الكامل، ينتج عن هذا عدد من التأثيرات على تشغيل المنشأة مماثلة لهذه التي ذكرت آنفاً في (ب) وما سيأتي في (ج) (من الفقرة 2 ب من ثانياً) علاوة على الآتي:

1- يجب أن تتزايد درجة مطابقة جودة المواد للجودة المطلوبة، إذ أن الآلات لا تستطيع أن تنضبط أو تتعامل مع العيوب العشوائية بالمواد مثلما يستطيع الأفراد ذلك.

2- تزيد أهمية عمليات الصيانة، ويزيد عدد العاملين في الصيانة ودرجة مهاراتهم عنه بالنسبة للعاملين في التشغيل.

(8) نسبة زمن التشغيل إلى فترات النقل والتداول:

إذا زادت نسبة فترات النقل والتداول إلى العملية الصناعية:

1- تزيد أهمية خفض مسافات تحرك المواد أثناء التشغيل وعدد هذه التحركات ليمكن خفض زمن العمليات الصناعية.

2- قد تحتاج التحركات بين العمليات إلى التعجيل.

3- قد تزيد أهمية الأفراد القائمين بالنقل والتداول عن هؤلاء القائمين بالعمل في الإنتاج.

(9) نسبة تكاليف تشغيل المصنع إلى تكاليف العمالة:

إذا زادت نسبة تكاليف تشغيل المصنع (وقود – قوة- مواد غير مباشرة- قطع غيار ... الخ) إلى تكاليف العمالة:

1- يمكن تحقيق الاقتصاد في تكلفة التشغيل بتحسين كفاءة الطريقة الصناعية عن طريق زيادة إنتاجية العمل.

2- تزيد أهمية استخدام أفراد مدربين تدريباً كافياً على تقنية العملية الصناعية، وقادرين على تحسين كفاءتها.

(10) تكرار عمليات الصيانة الضرورية وفترات استمرارها:

إذا زاد تكرار عمليات الصيانة الضرورية وفترات استمرارها:.

1- تصبح كفاءة عمليات الصيانة (بما فيها التخطيط السابق) لها نفس أهمية العمليات الإنتاجية.

(ج) عدد العمليات الإنتاجية بالنسبة للسلعة المنتهية:

إذا زاد عدد العمليات الإنتاجية المطلوبة لإنهاء السلعة:

1- تتعدد التنقلات من عملية لأخرى وتزيد نسبة وقت النقل والتداول إلى وقت التصنيع.

2- تزيد صعوبة تحقيق التوازن بين العمليات للوصول إلى أقصى استغلال واستخدام للمصنع والعمالة.

3- تزيد صعوبة وأهمية تخطيط وقت العمل.

(د) عدد وحدات التنظيم الإداري المشتركة في إتمام وحدة السلعة أو الخدمة:

كلما زاد عدد وحدات التنظيم (إدارات - أقسام - فروع) المشتركة في إتمام السلعة أو الخدمة:

1- تزيد صعوبة المحافظة على انسياب منتظم للإنتاج أو الخدمة.

2- تزيد درجة سوء الفهم وسوء التعبير عن التعليمات بين وحدات التنظيم.

3- يجب تحديد المسئوليات بصورة أوفى.

(هـ) درجة التعاقد من الباطن على بعض أجزاء السلعة:

كلما زادت درجة التعاقد من الباطن للحصول على بعض أجزاء السلعة.

1- يجب الاهتمام باستكمال ترتيبات رقابة الجودة.

2- يجب أن تكون المنشأة مستعدة لتقديم المعونة الفنية للمتعاقدين معها من الباطن.

3- تتعقد وتصعب عملية رقابة الإنتاج.

(و) درجة توفر أو تقييد الحصول على المعدات وقطع الغيار:

(1) درجة توفر المعدات في البلد:

إذا لم تكن آلات ومعدات المصنع من الجاري إنتاجها في البلد الذي ستستخدم به:

1- يجب أن توضع في الاعتبار تكاليف النقل ورسوم الاستيراد والجمارك عند دراسة التكاليف الكلية للصنف، ودراسة اقتصاديات التشغيل.

2- يجب التأكد تماماً من صلاحية استخدام المعدات في الظروف الجوية وغيرها من الظروف المحلية للبلد الذي تستخدم فيه، بما في ذلك جودة المواد المتوفرة، ومستوى المعلومات ومهارات الأفراد المحليين.

3- تزيد صعوبة الحصول على قطع الغيار وتطول مدد التسليم.

4- تستنزف مشتريات المعدات من الخارج العملة الأجنبية المتوفرة بالبلد، وعندما يتواجد نقص في هذه العملة يكون تحقيق أقصى استخدام واستغلال للمعدات المستوردة أهم من تحقق اقتصاد للتشغيل.

(2) قيود شراء أو استيراد المعدات وقطع الغيار:

إذا كانت مشتريات أو استيراد المعدات وقطع الغيار خاضعة للتراخيص:

1- يمثل الوقت اللازم للحصول على هذه التراخيص والموافقات تأخيراً يوضع في الاعتبار عند التخطيط.

2- يصبح الاتصال المستمر والتفاهم الشخصي مع السلطات التي تعطي هذه التصاريح والموافقات جزءً من العمل المستمر للإدارة العليا.

(ز) ظروف العمل والأمن الصناعي:

(1) ظروف العمل المتعلقة بطريقة الصناعة والمعدات والمصنع:

إذا كانت ظروف العمل المتعلقة بطريقة الصناعة أو المصنع أو المعدات صعبة أو غير مريحة:

1- لا يستطيع العاملون تحقيق العمل بنفس السرعة أو الاستمرارية، كما هو الحال تحت ظروف العمل المريحة.

2- التعرض طويلاً لهذه الظروف قد يؤدي إلى أمراض جسدية و/أو نفسية.

3- تزيد نسبة الغياب عن المعتاد.

4- ترتفع نسبة معدل دوران العمالة.

5- إذا عرفت هذه الظروف خارج المنشأة يصبح من المتعذر الحصول على أفراد بمؤهلات مناسبة.

6- يتخذ اللازم للحد من التأثيرات الضارة والوصول بها للحد الأدنى، مع توفير وسائل الراحة ويستلزم الأمر عادة دفع تعويضات خاصة.

(2) الأخطار التي يتعرض لها العمال وغيرهم من طريقة الصناعة والمعدات:

كلما زادت درجة خطورة طريقة الصناعة والمعدات المطلوب تشغيلها أو الاقتراب منها:

1- يزيد بطء أداء الأفراد القائمين بالعمل على/ أو خدمة هذه المعدات إذ سيتطلب الأمر منهم اتخاذ احتياطيات خاصة.

2- يحتمل أن يعتاد الذين يعملون على الآلات أو المعدات على العمل عليها بحيث يهملون تنفيذ تعليمات الأمان، وقد يحدث هذا عندما يعاملون مالياً على أساس القطعة.

3- عدم قيام المنشأة بتوفير إجراءات ولوازم الوقاية القانونية سيكلف المنشأة غالياً عند وقوع حوادث.

4- كل تقصير من قبل الإدارة في اتخاذ احتياطيات الوقاية للعاملين (سواء طلبت أو لم تطلب قانوناً) سيؤدي إلى خفض كبير للروح المعنوية.

5- في حالة ارتفاع احتمال الخطر، يكون لاعتبارات الآمان أسبقية على غيرها، وتعامل كجزء من العمليات وتكاليف التشغيل.

(3) الأضرار الواقعة على المساحة الخارجة عن منطقة العمل:

إذا أدت طريقة الصنع أو التشغيل إلى الأضرار بالمنطقة المجاورة لمنطقة العمل أو تعريضها للخطر (مثلاً أدخنة ضارة، ضوضاء شديدة كما في حالة الطائرات):

1- قد يحتاج الأمر لإنشاء المصنع أو منطقة العمل خارج المدن.

2- تحديد الوقت الذي تجري فيه العمليات التي تسبب إقلاقاً للجمهور (وقت اختبار الطائرات ليلاً)

3- يجب اعتبار تكاليف المعدات والأجهزة والأنشطة اللازمة لتلافي الأضرار والأخطار (جهاز تنقية مثلاً) جزءً متكاملاً من تكاليف التشغيل.

ملحق (3 - 2)

أمثلة لمحاولات تمت لتطوير التقنية في بعض الصناعات

1- صناعة الملابس:

1-1 بعض الاستحداثات التي أثرت على صناعة الملابس:

فيما يلي مختصر ببعض الاستحداثات التي كان لها تأثير على عمليات تصنيع الملابس. يمكن التصميم بمساعدة الحسوب من خلق التصورات الأساسية عن الملبوس ورسم وتحديد مواصفاته، وإدخال تعديل عليها أو تغيير فيها كلما دعت الحاجة لذلك، وإعداد تكوينات ألوان مختلفة وتخزين التصميمات في الذاكرة. كما أن منظومة التصميم بمساعدة الحسوب تستخدم أيضاً لتدريج (خلق أحجام مختلفة للملبوس)، وتصميم الملبوس، وتعليم الأقمشة (رسم قطع الملبوس المختلفة على الأقمشة) لأغراض تقطيعها. وقد تم تجربة طرق جديدة لتقطيع الأقمشة (الليزر، مصباح البلازما) حققت درجات مختلفة من النجاح. ويمكن أيضاً استخدام التصميم بمساعدة الحسوب لتقليل الأقمشة الفاقدة في عمليات التقطيع. كما أن منظومات التصنيع بمساعدة الحسوب تتضمن آلية بالكامل. والتصنيع المتكامل بالحسوب يوفر الآلية الكاملة لعملية الحياكة، إلا أنه كانت توجد صعوبات في مناولة قماش الأطراف وفي المطابقة الكاملة لتصميمات النسيج.

وجرت محاولات لتقليل عملية الحياكة الميكانيكية باستخدام فنيات تجميع أخرى مثل اللصق gluing والتسييح fusing، واللحام welding ويمكن أن تؤدي هذه الفنيات إلى وفورات كبيرة في بعض عمليات.

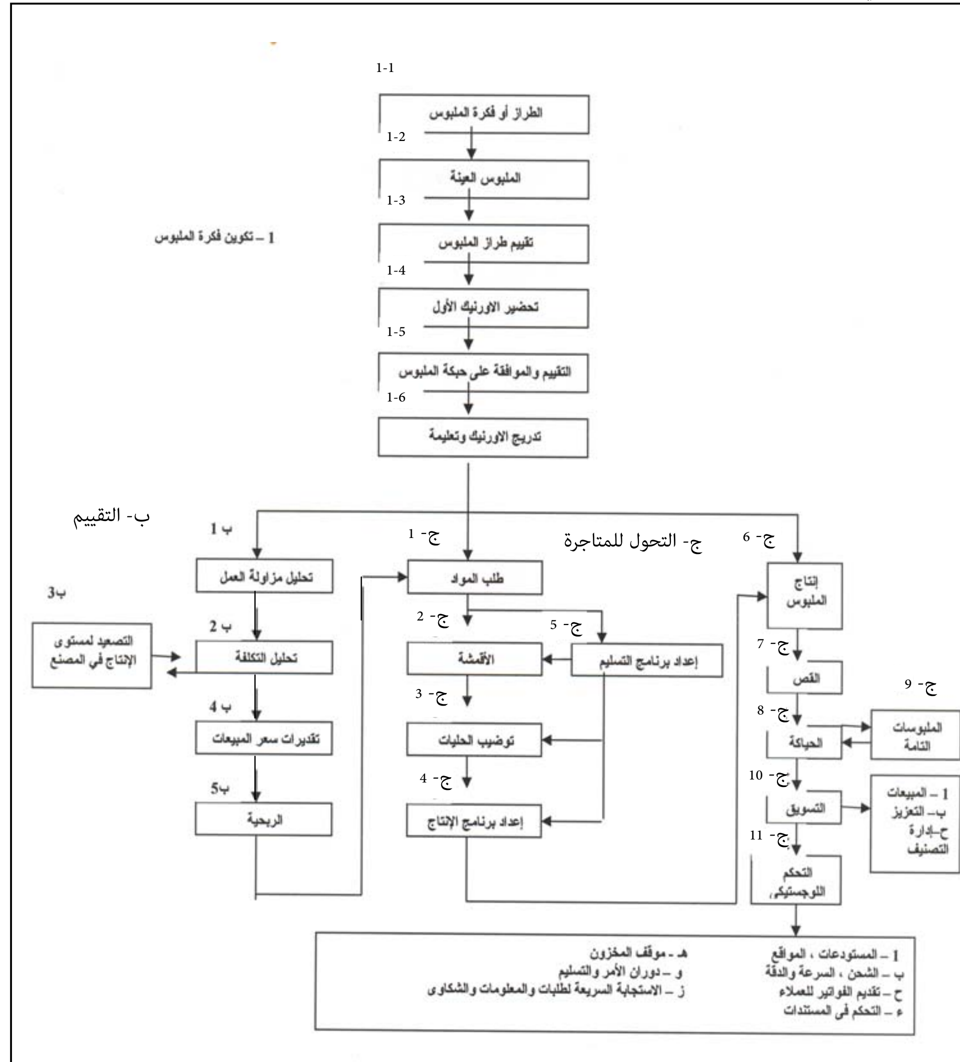
وينعكس تطبيق علم الإدارة في تصنيع الملابس في منظومة الإنتاج سريعة الاستجابة،

التي يوجد فيها علاقة عمل وثيقة بين تاجر التجزئة ومصنع الملابس ومصنع النسيج ومنتج الخيوط. وهذه العلاقة توفر فرصة لتسليم الملابس في وقت أقصر، الأمر الذي يترتب عليه تقليل مستويات المخزون خلال سلسلة التوزيع. وعمل النموذج المالي وإجراء التحليل والتنبؤ الخاص بالتوسع في التوزيع يساعدان الإدارة في عمل افتراضات «ماذا يحدث إذا» لتحسين عملية اتخاذ القرار. كما قام بعض مصنعي الملابس بتحسين عمليات تدبر أمر إمداداتهم وتوريداتهم بتطبيق الحسوب بالكامل على منظومتي الإيداع في المستودعات والتوزيع.

1-2 تقييم عملية الإنتاج لتصنيع الملابس:

إن دراسة طبيعة عملية تصنيع الملابس توفر فرصة أحسن لتفهم أهمية الصناعة للبلدان النامية، وتساعد على التعرف على المجالات التي لها فيها مزايا فريدة. ويبين شكل (2ج-1) الخطوات المختلفة في الصناعة التحويلية للملابس، والمجموعة الأولى للأنشطة، تكوين فكرة الملبوس ويتم فيها تحول تصوراً وفكرة إلى شكل ملموس يمكن أن يكون له قيمة سوقية. وأفكار الملابس تأتي من مصادر كثيرة مثل التصميم الخاص بالمنشأة، التجارة الدولية، معارض الأزياء الدولية، مجلات الأزياء، أو بيوت الأزياء وغرف التجارة التي تقيم اتجاهات المستهلك وغيرها. ومصادر أفكار الأزياء السائدة في البلدان النامية هي بصفة عامة منشورات الأزياء أو التصميمات التي تقدمها الأطراف المتعاقدة معها في البلدان المتقدمة. والعمل على توفير القدرة على خلق تصميمات ملابس أصلية لأسواق التصدير يوفر فرصة لتقدم صناعة الملابس.

والخطوات من (1-1) إلى (6-1) تعتبر تقليدياً عملية كثيفة العمالة، ولكن استخدام الحسوب الآن يحقق عمقاً أكبر وسهولة أكثر لفرص التصميم، بالإضافة إلى قدر أكبر من الدقة والكفاءة. والمتغيرات الرئيسية الثلاثة، التي لها تأثير على الربحية هي التكلفة،



شكل (2ج-1) تسلسل تصنيع الملابس

السعر وحجم المبيعات. ويمكن تحقيق أكبر وفر في تكلفة الحياكة لأنها تنطوي على عمليات يدوية، إذ أن عملية الحياكة تنطوي على كثير من العمليات القصيرة على الأجزاء المختلفة للملابس. وعلى أساس الحجم الكبير للإنتاج، يمكن تطبيق الآلية في نواحي كثيرة لعملية الحياكة، إلا أنه نظراً لأن قدراً كبيراً من صناعة الملابس في البلدان النامية يتكون من منشآت صغيرة متعددة، فإن كثيراً من سمات الآلية أو الميكنة لم تصبح عملية للمصنع الصغير. والإدارة الواعية في البلدان النامية استخدمت مهارات الإدارة المحسنة المبنية في المجموعة (ب) في شكل (2ج-1)، مع الفنيات المحسنة في المجموعة (ج)، وخاصة البندين (ج-10) و (ج-11) ليكون لها ميزة تنافسية قوية.

والمجموعة الثالثة للأنشطة، تحت بند (ج)، تتضمن مصادر المواد (الأقمشة، الحليات والتوريدات الأخرى) وتصنيع الملابس ومهارات الإدارة. وبصفة عامة تتوفر لمصانع الملابس في البلدان المتقدمة فرص الحصول على أقمشة أكثر تنوعاً، وأحسن صباغة وطباعة وتشطيباً. وعمليتي التقطيع (ج-7) والحياكة (ج-8) تخضع لتقنيات تقطيع وحياكة أحدث تتطلب حجماً أكبر من الإنتاج لملابس من طرازات محدودة. على ذلك فإنه يبدو أن على البلدان النامية أن تبذل جهداً أكبر بالنسبة لاستخدام التقنية

2- الصناعات الكيميائية:

21- عملية الإنتاج:

تستخدم الصناعات الكيميائية المعالجة المستمرة في الإنتاج، وفيها تدخل المواد الخام من طرف وتستمر متدفقة في أنابيب، وتخرج كمنتجات من الطرف الآخر. والعملية الإنتاجية قد تغل منتجات عديدة: المنتجات المستهدفة وتسمي منتجات أساسية. والمنتجات غير المقصودة وتسمى منتجات ثانوية. ويمكن أيضاً أن تغل العملية مخلفات وتكون في الغالب مصادر لتلويث البيئة، وينبغي التخلص منها بعناية.

والمصنع الكيمائي هو عملية وحيدة unit operation على عكس مصنع تشكيل المعادن metal-working الذي تتم فيه برمجة آلات متعددة الأغراض لتصنع منتجات مختلفة عديدة. أما المصنع الكيميائي فإن كل شيء فيه يصمم لاستخدام خاص، وغالباً ما تكون الإنشاءات فيه جزء من عملية الإنتاج. وتجري التفاعلات الكيميائية في أوعية قائمة بذاتها تسمى مفاعلات reactors بواسطة كيماويات تسمى مواد مفاعلة reagents تتفاعل مع المواد الخام، وغالباً ما يتم ذلك في حضور مواد كيميائية مساعدة catalysts، تنشط التفاعل بدون أن تدخل فيه. وتوصل المفاعلات فيما بينها بأنابيب، وتحرك مضخات ومكابس ومراوح المواد السائلة والغازية. أما المواد الصلبة فتنتقل بواسطة روافع وسيور ناقلة ومزالق chutes.

2-2 العمليات الأساسية:

على الرغم من كثرة التفاعلات الكيميائية المختلفة التي لها أهمية تجارية، فإن الإنتاج الكيماوي يعتمد على عمليات أساسية قليلة نسبياً، هي:

أ- السحق Pulverisation:

تستحق المواد الصلبة مثل صخور الفوسفات قبل معالجتها، بتكسيرها في طواحين درافيل ثم سحقها في طواحين كرات. ثم تغربل وتتكرر العملية حتى يصل المسحوق لدرجة النعومة المطلوبة.

ب- التذويب Solution:

تذاب المواد الصلبة إما بمذيبات (مثل الماء، الكحول، أو الأثير) أو بواسطة مواد مفاعلة (مثل حامض الكبريتيك). وغالباً ما يتم ذلك في أوعية في درجة حرارة عالية وبمساعدة التقليب agitation.

ج- الاستخراج Extraction:

يتكون الاستخراج من الغسيل وأبعاد المواد المتخلفة بواسطة مذيب. وتوضع المادة المراد غسلها فوق ستارة مسامية في حاوية، ويسخن المذيب إلى غاز يتصاعد في أنبوب في محور الحاوية ويكثف ويتدفق فوق المادة ويعود خلال الستارة المسامية إلى الوعاء، حيث يعاد تسخينه إلى غاز وتمريره إلى أن يتم التخلص من المواد المتخلفة كلية.

د- الترشيح Filtration :

الترشيح عبارة عن عملية فنية لفصل المنتجات من المحلول، إن المحلول يفصل من راسبه (منتج عبارة عن مادة صلبة لا تذوب) بواسطة مضخة تفريغ تسحب المحلول خلال ستارة مسامية. وتجفف الرواسب بتعريضها للحرارة فوق ستارة مع وجود مركب يمتص المحلول المتبقي.

هـ - التقطير Distillation:

في التقطير، يسخن المحلول حتى يتبخر، ثم يمرر خلال مكثف وفيه تعود المادة المكثفة المنقاة إلى حالة سائلة ثم يتم سحبها.

التقطير التجزيئي Fractional Distillation:

التقطير التجزيئي يفصل سوائل مختلفة من محلول نتيجة لنقط تبخيرها المختلفة، ويتم التبريد في برج يسمى عامود تجزئ، حيث يتم التحكم في درجات حرارة التكثيف تحكماً دقيقاً، وتستخدم هذه العملية الفنية في فصل مكونات زيت النفط المختلفة في عمليات تكرير النفط.

2-3 التفاعلات الكيميائية:

تقع التفاعلات الهامة في الصناعة الكيميائية في تصنيفات عامة قليلة نسبياً، وهي:

(أ) المعادلة Neutralization

وهي عملية يتحد فيها حامض مع قاعدي لتكوين ملح.

(ب) الأكسدة Oxidation

التي تتضمن الاحتراق، وهي عملية يتحد فيها الأكسجين بمعدن مركب آخر.

(ج) الاختزال Reduction

وهو عكس الأكسدة، وفيه يتم إزالة الأكسجين من مركب، عادة بأن يتحد مع الإيدروجين.

(د) إزالة الماء Dehydration

عملية إزالة الماء تطرد ماء البلورة Water of crystailzation من المادة.

(هـ) التحليل بالماء Hydrolysis

ينطوي على تفاعل مادة مع الماء، كما في إنتاج غاز الأستيلين وفيه يكون كربيد الكالسيوم هو مادة التفاعل.

(و) التحليل الكهربائي Electrolysis

ينطوي على نهايتين معدنيتين (قطبين) في محلول ومصدر طاقة كهربائية. وينبغي أن يكون المحلول الكتروليتي، أي سائل قابل لأن يحمل تياراً كهربائياً. والأحماض والقاعديات والأملاح هي الكتروليات. وفي الإلكتروليت ينحل المركب.

(ز) المعالجة بالأيدروجين Hydrogention

ينطوي على توحيد ذرتي إيدروجين مع جزئيات عضوية لإنتاج مركب له خواص مختلفة، وهي العملية التي يصنع بها المسلي الصناعي من الزيوت النباتية.

2-4 وسائل التحكم في الصناعة الكيميائية:

تتميز الصناعة الكيميائية بأن تحكم التغذية العكسية يكثر استخدامه فيها، ففي

استخدام نمطي يمكن أن تحتفظ منظومة تحكم تغذية عكسية بدرجة الحرارة ثابتة في تفاعل، على الرغم من وجود تفاعل فيه حرارة خارجة exothermal أو فيه حرارة داخلة endothermal. ويمكن تزويد منظومات تحكم التغذية العكسية بأجهزة برمجة تغير نقط الضبط طبقاً لتتابع أحداث مخطط. وفي منظومات التحكم القابلة للتطويع adaptive يمكن تغيير تتابع نقط الضبط مع الأحوال التي تشعر بها. والتحكم الرقمي المباشر يستخدم حسوب رقمي على الخط on-Line ليعيد نقطة الضبط حسب الطلب، ويمكن حساب مقدار التحكم الذي يمارس وإرسال إشارة إلى المشغل actuator.

3- صناعة آلات الورش:

غالباً ما يتخذ استهلاك آلات الورش مقياساً للتصنيع. وتشمل صناعة آلات الورش المعدات التي تستخدم للأغراض الآتية: عمليات تقطيع وتشكيل المعادن، الخراطة، الثقب، التفريز، التجليخ، التخريم، الكبس، الثني، وذلك بالطرق الميكانيكية أو بالليزر أو بالنحر بالكهرباء electro-erosion. ونظراً للطبيعة الإستراتيجية للصناعات المستخدمة النهائية فإن الحصول على أحدث آلات الورش يعتبر ضرورياً في المنافسة الدولية.

3-1 حجم الصناعة:

تقع صناعة آلات الورش في فئة المنشآت الصغيرة والمتوسطة لأسباب فنية وتاريخية، ويوجد حوالي 30 فئة من آلات الورش، وكل فئة تحتوي على آلات مقاسات مختلفة، وسلسلة من الفئات الفرعية تتعلق كل منها بعمليات معينة. والإنتاج الغالب هو للدفعات الصغيرة نسبياً من منتجات متنوعة. والكثير من المنشآت التي تصنع آلات ورش في البلاد المتقدمة يعمل فيها عدد يتراوح بين 20 فرد، 50 فرد أو أكثر. وكثير منها ينتج ملحقات آلات ورش (ضبع، عدد، دلائل، ومثبتات) وليس آلات ورش كاملة.

3-2 التغيير التقني:

كان أهم تطور في سبعينيات القرن العشرين هو تغلغل آلات الورش ذات التحكم الرقمي numerical control (NC) لصناعة الفضاء ولصناعة السيارات. وبعد انخفاض تكلفة وحدات التحكم بعد زيادة انتشار مكوناتها والمعالجات الجزئية، زاد عدد آلات الورش المجهزة بتحكم رقمي بالحسوب. وكانت الخطوة التقنية التالية هي ربط آلات الورش ذات التحكم الرقمي بالحسوب، بحسوب مركزي، مما حقق مرونة أكثر وقدرة أكبر، ووفر تنوعاً أعظم للمهام التي تؤدي. وكان الغرض هو الجمع بين الإنتاجية والمرونة، الأمر الذي عمل على تحقيق ثورة في آلات الورش بإدخال منظومات كاملة تتضمن وسائل للتحكم للاختبار المحلي ولتشخيص الخطأ. ونجم عنها ظهور منظومات تصنيع مرن ومصانع تكاد تعمل بدون أفراد في أنحاء مختلفة من العالم. إلا أن ما تتطلبه منظومات التصنيع المرن المعقدة من إنفاق رأسمالي ضخم أدى إلى تركيز التطوير على خلايا التصنيع المرن وهي أقل تعقيداً واحتياجاتها الرأسمالية أقل. وسيأتي الكلام عن ذلك في الفصل التالي.

هذا وتوجد فكرة جديدة للآلية المرنة flexible automation تجمع بين الإنتاجية والمرونة، يمكن التوصل إليها بتحويل عمليات التصنيع بالدفعات الكبيرة ذات الآلية العالية إلى دفعات صغيرة ومتوسطة. والتصنيع المتكامل بالحسوب يمكن أن يؤمن القدرة التنافسية بواسطة الاستفادة من جميع نواحي تقنية المعلومات الحديثة.

4- صناعة الإلكترونيات:

4-1 خصائص الصناعة:

توجد اختلافات كبيرة بين المصانع الفردية، ويمكن التعرف على مدى تعقيد منتجاتها والفنيات التي تستخدم في صنعها، بدراسة قليل من العمليات المميزة في الفروع الرئيسية لهذه الصناعة.

4-2 صناعة المكونات:

إن مصانع المكونات الإلكترونية ذات ميكنة عالية لأن منتجاتها موحدة القياس standardized نسبياً. ودفعات الإنتاج تتميز بأنها كبيرة، ومصنعو المعدات الإلكترونية يشترون المكونات بدلاً من أن يصنعونها. والشركات المتكاملة الكبيرة غالباً ما تؤيد وجود أقسام ذات حكم ذاتي autonomous division تصنع مكونات مثل أجهزة أشباه المواصلات، أنابيب الإلكترون، القلوب المغناطيسية ولوح الدائرة المطبوعة.

4-2.1 منتجات شبه الموصل Semiconductor products

يشكل شبه الموصل الجمع بين الميتالورجيا اللافلزية وعلم الطبيعة الكهربائية، لأن شبه الموصل يصنع من السليكون والجرمانيوم، وهما معدنان شبه موصلين. والسيلكون يستخدم بكثرة في الأجهزة المتقدمة.

تنقى المعادن إلى درجة النقاء الكهربائي، وهي حالة تتعدى التحليل الكيميائي. وهذه النقاوة تتحقق بسحب الكتل ingots ببطء من بواتق المعدن المنصهر. وتشطر الكتل التي قطرها 1 بوصة فقط إلى شرائح رقيقة وتصقل كل شريحة صقلاً شديداً إلى الاستواء البصري flatness optical.

ثم يتم تسبيك alloying الشرائح تسبيكاً انتقائياً بمعادن مثل انديوم، ألومنيوم، انتيمون أو بورون. ويسمح للمعدن المضاف، الذي يكون في حالة غازية، بأن ينتشر في الشرائح. ويتم الانتشار في درجات حرارة عالية في أفران خاصة. والأدوات شبه الموصلة تتضمن صمامات ثنائية diodes ترانزستورات ودوائر متكاملة.

وعمليات الأحكام sealing والتحويط encasing هي عمليات مستمرة وعالية الميكنة، وكذلك عمليات اختبار الأدوات شبه الموصلة، وقياس خواصها الكهربائية، وهو أمر هام لأن العملية قد تعطي أنواعاً مختلفة من المنتج، ولا يمكن تمييز شفرات codes المنتج إلا بخواصها الكهربائية. ويستخدم الحسوب في عمليات الاختبار.

4-2.2 الاتجاهات التقنية في صناعة شبه الموصل:

إن التقنية أمر هام بالنسبة لأي صناعة ولكنها ذات أهمية حيوية لصناعة شبه الموصلات، بسبب قصر مدى عمر المنتج. والوقت الذي ينقضي حتى ينزل المنتج الجديد السوق يشكل أهمية كبرى. إن رقاقة الذاكرة memory chip الجديدة، ينخفض سعرها بسرعة بمرور الوقت، وخاصة إذا نزلت إلى السوق أجيال جديدة من رقائق الذاكرة. والتقنية التي تقصر وقت نزول منتجات شبه الموصل للسوق هي الهندسة بمساعدة الحسوب، التصميم بمساعدة الحسوب والتصنيع بمساعدة الحسوب، وجميعها تنطوي على استخدام الحسوب لتصميم وتصنيع الرقيقة. وكثير من الرقائق الآن، معقدة لدرجة أنه يصعب على المهندسين أن يصمموها ويصنعوها بدون الحسوب، وبدون عدد بمساعدة الحسوب Computer aided tools.

ومن المواد الجديدة المبشرة لصناعة شبه الموصل أرسنيد الجاليوم Gallium arsenide، الذي يوصل الكهرباء أسرع من السيلكون بحوالي 5 مرات. وعلى ذلك فإن الحسوب المصنوع من رقائق أرسنيد الجاليوم يكون قادراً على معالجة المعلومات بسرعة أكبر كثيراً. وقد كان أرسنيد الجاليوم حتى فترة قريبة مكلفاً جداً وصعباً في التشغيل.

وفيما يتعلق بمعدات إنتاج شبه الموصل، يجري البحث لنقش مجموعة الذرات الكهربائية Circuitry بمعدات تستخدم إما أشعة X أو أشعة الكترون بدلاً من الليثوغرافيا الضوئية التي لم تعد تصلح لنقش ذرات كهربائية أقل من 0.5 ميكرون على رقيقة سليكون، نظراً لأن طول موجه الضوء يكون أكبر مما يصلح لنقش الذرات الكهربائية.

4-3 صناعة المعدات الإلكترونية:

يمكن تقسيم الصناعة الإلكترونية إلى ثلاث فئات طبقاً للمنتج:

1- معدات بسيطة قليلة التكلفة تصنع بالكمية مثل أجهزة الراديو والتليفزيون.

2- معدات معقدة تصنيع بالكمية مثل الحسوب.

3- دورات معقدة تصنيع بالطلب مثل مرسلات إذاعة الراديو والتليفزيون.

4-3.1 الأجهزة المنزلية:

كثير من المعدات قليلة التكلفة المنتجة بكميات كبيرة mass produced تصنع بفنيات الإنتاج التقليدية المستخدمة في صناعة الراديو والتليفزيون. تجمع هذه الأجهزة على صندوق معدني مفتوح الوجه مستوى القاع (يسمى الشاسيه). ويتم عمل ثقوب لتركيب كل من لوحات الدائرة، مقبس الأنبوب tube socket، المحولات، الملفات والمكثفات التحليلية الكهربائية، وذلك بالكبس من ألواح معدنية بواسطة مكابس ذات أبراج قابلة للفهرسة index able turret presses. ويشكل الشاسيه بثني جوانبه لأعلى ولحام الأركان.

ويتم تثبيت المكونات الكبيرة والحوامل والنهايات والمقابس في الشاسيه بالبرشمة أو بالشحط بواسطة آلة يدوية، مركبة على الطاولة، وذلك أثناء تحرك الشاسيه على سير ناقل، ويتم تركيب أسلاك التوصيل والمقاومات والمكثفات والصمامات الثنائية يدوياً. وتلحم في قواعد مقابس ونهايات بواسطة منتجي تجميع يقوم كل منهم بأداء من عملية واحدة لثلاثة، ويوجد لكل 10 محطات عمل مفتش يفحص نظرياً عمل منتجي التجميع السابقين، ويكون عمل كل منتج تجميع معرفاً بالكامل، ويراعى في مكان العمل أن يحقق الاقتصاد في الحركة. ويتم تغذية أسلاك التوصيل المؤقتة والمكونات من خلال مزالق إمداد بالجاذبية، ويتم قطع الأسلاك للأطوال المطلوبة، وتغطية أطرافها ولحامها بالقصدير وكذلك موصلات المكونات.

وعندما يقترب الجهاز من نهاية خط الإنتاج، يتم إدخال أنابيب الإلكترونيات في مقابسها وتشغيل الجهاز وتجربته، ويركب الشاسيه في كابينة خشبية أو لدائنية يتم شراؤها من مورد خارجي أو صنعها في مصنع منفصل.

4-3.2 الحسوب:

تتكون معظم المعدات الإلكترونية المعقدة التي تصنع بكمية من عدد كبير من قطع تركيبية ذات قياس موحد modules. وكل قطعة تكون عادة بطاقة دائرة مطبوعة يدخل فيها، بواسطة معدات آلية، ترانزستورات وصمامات ثنائية ودوائر متكاملة ومكونات أخرى. وأحد أوجه البطاقة يتكون من عدد من شرائط متوازية من رقيقة نحاسية لها وصلة نهاية، ويدخل هذا الوجه في مقابس على لوحة أم في المستوى التالي لمجموعة المنتج.

وهذه البطاقات عبارة عن شطائر من رقيقة نحاسية وألياف زجاجية مشبعة بالرائنج، وفيما يلي الفنيات التي تتبع في صنع خط واحد من الحسوب في أبسط أشكاله:

تصنع البطاقات من نوعين من اللوحات: لوحات الوجه ولوحات القلب. ولوحة الوجه عبارة عن ثلاث طبقات من الشطائر، واحدة رقيقة نحاس بين قطعتين من ألياف زجاجية مشبعة، وفي البطاقة التامة توفر طبقة الرقيقة النحاسية مستوى أرضي كهربائي مستمر.

ولوحة القلب تتكون من لوحتين من رقيقة نحاس مفصولتين بواسطة طبقة من ألياف زجاجية مشبعة، ويتم حفر سلك التوصيل على لوحة الرقيقة الداخلية بواسطة فنيات طباعة ضوئية مماثلة لتلك المستخدمة في عمل الأدوات شبه الموصلة. وتجمع ألواح القلب والوجه في طبقات وتثقب البطاقة لتتقبل موصلات المكونات وتطلي بالنحاس. وتغطي طبقة الرقيقة الخارجية بمقاوم ضوء photo resist ويوضع عليها قناع لا يظهر إلا مساحات مربعة تحيط بالثقوب وشرائط وصلة النهاية بطول أحد الأوجه. وبعد التعريض للضوء، والغسيل والحفر بالحامض، يتم إزالة الجزء المتبقي من الرقيقة الخارجية وطلاء المساحات التي تحيط بالثقوب بالقصدير. وقد تطلى النهايات بمعدن متين مثل الروديوم. ويتم إدخال المكونات في أماكنها بمعدات آلية وتمر موصلاتها فوق المساحات المطلية بالقصدير. وبعد ذلك تمر البطاقات في آلة لحام، أولا تعرض المساحات

والموصلات للفحة بخار لإزالة أي أكاسيد متراكمة، وبعد ذلك يرش السطح رشا متتالياً بالماء والهواء والمادة المساعدة للحام soldering flux ويعاد تسخين البطاقات وتمرر فوق حلة مادة لحام منصهرة يحتفظ فيها بموجه غير متحركة. بعد اللحام، تنظف البطاقات تنظيفاً فوق صوتياً في كلوروتين، وتفرز البطاقات وتكسر للحجم وترش بمادة لدائنية صلبة hard epoxy وتجفف بالهواء وتدخل في عبوات تحتوي كل منها على عدد من البطاقات. ويقوم المنتجون يدوياً بإدخال ولحام المكونات الأكبر من الحجم (مثل المحولات) التي لا يمكن لآلات الإدخال التعامل معها. ويتم اختبار عدد من البطاقات معاً في محطات اختبار بتحكم حسوب. وإذا تطلب الأمر يتم إصلاح المعيب يدوياً.

ويتم إدخال البطاقات في اللوحات الأم mother boards. وللوحة الأم 5 طبقات رقيقة نحاس معزولة عن بعضها بواسطة ألياف زجاجية مشبعة. والطبقات الثلاثة الداخلية مستمرة وتوفر مستوى أرضي ومستويين لتوزيع جهد كهربائي تيار مستمر إلى البطاقات. ويتم عمل الثقوب في اللوحة بعد وضع الصفائح الرقيقة بعضها فوق بعض laminations والطلاء خلالها بالنحاس. وتحفر الطبقتان الرقيقتان الخارجيتان لترك مساحات مربعة حول الثقوب، وهذه تطلي بالقصدير، وتدخل دبابيس مربعة القطاع في الثقوب، وتفلطح لتثبتها في أماكنها، وتصب طبقة من مادة لدائنية epoxy في قالب مركب حول السطح الخلفي وهذه المادة اللدائنية تتصلب وتجعل اللوحة الأم متينة، ويتم التوصيل بين الدبابيس على السطح الخلفي طبقاً لنمط مسبق تحديده بواسطة ماكينات آلية تلف نهايات الأسلاك المؤقتة حول الدبابيس. ولف الأسلاك عدة مرات بإحكام حول دبوس مربع يخلق وصلة مؤمنة كهربائياً وميكانيكياً. ويتم التحكم في آلة لف السلك الهوائية بواسطة أسطح من البطاقات المثقوبة، التي توصف مصدر ونهاية كل سلك والترتيب الذي يتم عليه توصيل الأسلاك. وقد يكون هناك ثلاثة صفوف من الأسلاك لدبوس واحد.

وبعد إكمال توصيل الأسلاك تركب اللوحة الأم في مسطح هيدروليكي يحمل مقابس مخروطية لتمس جميع الدبابيس على السطح الخلفي. وعملية التثبيت هذه تمكن من تدقيق جميع توصيلات السطح الخلفي بواسطة آلة اختبار بتحكم بحسوب. ويتم التعرف على التوصيلات الخاطئة والأسلاك المعيبة وتبلغ للمنتجين للقيام بإصلاحها بآلات يدوية.

وتسند الدبابيس في واجهة اللوحة قوابس تدخل فيها بطاقات دوائر. ووحدات المعدات تجمع من لوحات أم عديدة، مزودة تزويداً مناسباً ببطاقات دائرة ومثبتة في إطار من الألومنيوم. والمنظومة الإلكترونية الكبيرة مثل الحسوب، قد تتكون من وحدات عديدة محتواه في إطارات ذات فتحات تهوية وموصلة بكابلات متعددة الموصلات مغطاة بالمطاط.

4-3.3 المعدات حسب الطلب Custom Equipment:

عادة تصنع المعدات حسب الطلب يدوياً. وتقسيم العمالة فيها لا يكون بالشغلة Job، كما في حالة الأجهزة المنزلية. ولكن بتوزيع العمالة على مكونات المنتجات. قد تعمل مجموعة من الذين يلفون السلك مقوي تيار كهربائي amplifier وآخرون في أداة استثارة وتنبيه expciter وهكذا.

والجزء الأساسي عبارة عن إطار حرف L والمكونات الوظيفية للمعدات تركب على هيكل صندوقي منفصل معلق بألواح أمامية من الصلب أو الألومنيوم مثبتة في القوائم الرأسية للحامل. وعادة يتم شراء الهيكل من مصنع تشكيلات معدنية . وبعض أجزاء الدائرة يمكن أن تصنع كمجموعات فرعية subassemblies من المقاومات resistors والمكثفات capacitors والصمامات الثنائية diodes. وقد تكون هذه الأجزاء دوائر مطبوعة printed circuits ، وألواح نهايات terminal boards. وهذه المجموعات الفرعية

تصنع عادة على خطوط تجميع فرعية، أو تشتري جاهزة من موردين خارجين. والتوصيلات تركب أثناء تجميع المعدات، التي يجري تصنيعها أما بالشحط أو باللحام.

وبالفعل لا يوجد فصل واضح بين طرق تصنيع المعدات التي سبق ذكرها، إذ أن فنيات الإنتاج الآلية تطبق على كل من الأجهزة المنزلية والمعدات حسب الطلب. وقد حقق استخدام معدات التحكم بالحسوب في التجميع والاختبار مرونة لم تكن متوفرة في وسائل الإنتاج السابقة. والتقليل في وقت الضبط الذي يحققه هذا الاستخدام غالباً ما يبرر استخدام المعدات الآلية في دفعات الإنتاج التي تتكون من مجموعات فرعية متشابهة في الشكل وإن كانت مختلفة في التشكيل الكهربائي.

وعلى ذلك فإن استخدام المعدات ذات التحكم الإلكتروني يتزايد في المعدات الإلكترونية، الأمر الذي يتطلب إنفاق استثماري أكبر في معدات الإنتاج ويؤدي إلى زيادة حجم الوحدات الإنتاجية، وزيادة عدد الأفراد الماهرين وخاصة مبرمجي الحسوب وأفراد الصيانة.

5- صناعة معدات الاتصالات عن بعد Telecommunications Equipment:

تشهد صناعة الاتصالات العالمية نمواً متواصلاً، ويرجع ذلك إلى أسباب، أهمها سلسلة التطويرات التقنية التي بدأت لمعدات الهاتف التي تتمحور حول التحول من الإشارات القياسية analogue signaling إلى الرقمية digital، وإلى البدالات الهاتفية الجديدة من المفاتيح الميكانيكية، وما تطلبته هذه التطورات من استثمارات ضخمة في كابلات الألياف الضوئية ذات السعة الأكبر كثيراً من الكابلات النحاسية. والجانب الصناعي التحويلي لصناعة الاتصالات يشكل جزء من قطاع تقنية المعلومات الذي يتوسع بسرعة، والذي يتضمن خدمات الاتصالات، ومعدات الحسوب وخدمات الحسوب.

5-1 التقنية الجديدة:

تتقدم الاتصالات الآن تقدماً سريعاً بحث أن المعدات الجديدة تجد أسواقاً ملائمة لها كل يوم، وتوفر لمصنعين أصغر حجماً دوراً خارج نطاق المصنعين الكبار للبدالات Switch manufactuturesre، نظراً لزيادة الأهمية النسبية لفرع تصنيع البدالات، الأمر الذي بدأت معه صناعة الاتصالات في التوجه نحو هيكل عالم الحسوب. وأصبح عدد الشركات التقليدية القائمة التي يمكنها أن تركز رأس المال على مشروعات البنية التحتية للسوق الكبيرة يقل، بينما يقوم عدد كبير من المصنعين الأصغر بتطوير منتجات متخصصة وكثير من هذه المنتجات هي خليط من المعدات Hardware والبرمجيات Software. وفيما يلي أسماء بعض المنتجات المتطورة: الضفائر المتعددة Multiplexers، الشبكات الرقمية للمنظومات المتكاملة (IDSN) Integrated Systems Digital Networks خدمات قيمة مضافة للشبكة Value-added Network Services (VANS)، تبادل البيانات إلكترونياً Electronic Data Interchange (EDI)، الاتصالات المتحركة، ومنها النداء بالراديو، Radio Paging، والهاتف بالراديو Radio Telephones، والهاتف المتحرك بالراديو والوصلة الثانية Cellular Mobile Telephones وغيرها كثير .

5-2 تطلعات المستقبل:

يتوقع أن تواجه صناعة الاتصالات مزيداً من الاندماج بالنسبة لبعض أجزاء الصناعة وخاصة المجال العملي لإنتاج البدالة Switch production حيث ستكون هناك حاجة مستمرة لتحقيق مزيد من وفورات الحجم الفعالة.

6- صناعة السيارات :

6-1 عام:

تتكون السيارة من جسم من صلب مكبوس وزجاج على هيكل ملحوم من

كمرات صلب I مركب بواسطة يايات على محورين وأربعة عجلات. وفي مصانع تجميع السيارات، ترد مكونات الإطار إلى خطوط التجميع الرئيسية على طبالي من خطوط تجميع فرعية Subassembly lines، وهذه الأجسام تجمع على ناقل معلق ويسقط على الهيكل. وقد كانت صناعة السيارات رائدة في إدخال الآلية التي يتحرك فيها المنتج على خط تجميع مستمر، بينما يقوم المنتجون بأداء عمليات التجميع. ويتم إنتاج أجزاء المحرك ورؤوس جسم المحرك والمحركات الأخرى بواسطة آلات تحويل Transfer machines وفيها تتحرك القطعة المطروقة وتأتي في أوضاع متعددة تحت عدد قطع عديدة تؤدي عليها عمليات متتالية يتم بعدها تشكيل مكونات السيارة. وتوجب اقتصاديات الصناعة أن يقتصر استخدام طريقة الإنتاج هذه على عدد صغير نسبياً من أنواع القطع الأساسية وذلك لاستهلاك تكلفة العدد الخاصة على عدد كبير من الوحدات من كل قطعة. وعادة يعمل حساب أن يتم إهلاك هذه العدد الخاصة في سنة نموذجية.

والاتجاه للتحديث في صناعة السيارات مستمر مثل استخدام أكثر للحام درزي Seam welding لتقليل الصدأ، واستخدام مواد رابطة لدائنية Plastic bonding جديدة للربط بين الأجزاء الصلب والألمونيوم، والتخطيط التفصيلي لعمليات التجميع للتعويض بين الحاجة لتقييد عدد الأجزاء الأساسية وبين رغبة المستهلك في تنوع الطرازات ليختار من بينها. ويعظم استخدام شد المعدن Metal stretching ليتشكل وفقاً للمتطلبات الجمالية لمصممي الجسم.

وقد أدى اهتمام المستهلكين بالنواحي الفنية لتصميم السيارة إلى إدخال أكثر سرعة لتجديدات مثل دفع العجل الأمامي Front wheel drive وكوابح القرص disk brakes. وقد تضافرت رغبات المستهلكين المتنورين واهتمام السلطات بالسلام وتلوث البيئة في الضغط على المصنعين ليزيدوا من إجراء تغييرات رئيسية، يترتب عليها تبكير تقادم الضبع Jigs والمثبتات والعدد الخاصة، كما أدى ارتفاع الأجور إلى مزيد من الآلية في المعدات من قبل المصنعين للإبقاء على القدرة التنافسية.

وفي سوق السيارات لا يقدر على البقاء إلا المصنعين القادرين مالياً ذوي الإمكانات المتكاملة. وعلى ذلك فإن المستقبل البعيد المدى لصناعة السيارات سيشهد تركيزاً أعظم للعمل في أيدي منتجين كبار تكاليف إنتاجهم قليلة والمتوقع أن يستمر التوجه نحو دمج المنشآت الصغيرة واختفائها.

2-6.2 نبذة تاريخية عن منظومة الإنتاج في اليابان:

لم تكن الصدمة الأساسية التي تلقتها صناعة السيارات القائمة في أواخر سبعينيات القرن العشرين هي التي أشعلت التقنية الجديدة ولكنها تسببت في المستوى الجديد لكفاءة الإنتاج والنوعية الذي حققته صناعة السيارات اليابانية. إذ نجح اليابانيون في تطبيع فنيات الإدارة الأمريكية لظروفهم الثقافية والاقتصادية، الأمر الذي أدى إلى نمط جديد لتطوير المنتج والي أشكال جديدة لتنظيم الإنتاج ومجموعة جديدة للعلاقات مع موردي المكونات.

ونظراً لما حققته منظومة الإنتاج اليابانية من نجاح فإنه من المفيد أن نستعرضها باختصار هنا. إنها وجهت اهتماماً خاصاً لتطوير المنتج، ترتب عليه إن وقت التحضير Lead time لتطوير طراز جديد قل من 5 إلى 3.5 سنة، كما أنها أدت إلى حوالي نصف عدد الرجل ساعة في التصميم والهندسة.

وعندئذ أصبحت الطرازات تغير بعد 4 سنوات فقط في اليابان مقارنة بكل 8 سنوات في البلدان الأخرى، وبينما كان الهدف من الإنتاج الكبير السائد في البلدان المتقدمة، هو تحقيق أطول دفعات تشغيل runs للأجزاء القياسية standardized parts، توجهت المنظومة اليابانية للإنتاج في دفعات تشغيل قصيرة جداً، مع قيام المقاولين من الباطن بالإمداد بالمكونات في الوقت بالضبط just-in-time وحسب الطلب. كما أن العدد يمكن أن تغير بسرعة عالية جداً، والمخزون يخفض، مما ينتج عنه تحسينات سريعة متزايدة، ومرونة، وتدفق مستمر عبر المصنع. ويعتمد نجاح تشغيل المنظومة أيضاً على

التخلص من جميع العيوب عند نقطة التصنيع، مع تحميل المسئولية عن النوعية، والصيانة الروتينية وتحسينات العملية للمنتج المنفذ Line workers. كما يعتمد على أن العمليات المتعددة التي يؤديها موردو المكونات تتكامل تكاملاً وثيقاً مع عمليات التجميع النهائي Final assembly. إن الاعتماد المتبادل بين الحلقات في سلسلة الإمداد، التي تكونت على مدى سنوات كثيرة، عمل على زيادة فعالية المنظومة. بينما يتم في الوقت نفسه العمل على تعبئة جميع الموارد لكل منشأة لتحسين الأداء الكلي للمنظومة. وهذا يتعارض مع التكامل الرأسي في المنشأة فيما يتعلق بالإمداد بالمكونات والعلاقات قصيرة المدى مع الموردين العديدين، وهو الأمر الذي كان شائعاً في الغرب.

وكانت النتيجة النهائية لهذه المنظومة عندئذ، بتركيزها على التنسيق القوي بين عوامل الإنتاج، هي أن إنتاج سيارة ذات نوعية أعلى بكثير يتطلب عدداً أقل من ساعات العمالة، الأمر الذي ترتب عليه توسع سريع في الصناعة اليابانية، وفيض في التصدير. وترتب على ذلك تطور مستمر في الصناعة العالمية للسيارات والعلاقات الدولية في شأنها.

6-3 التطوير التقني في صناعة السيارات:

أثناء ثمانينات القرن العشرين بدأت تقنيات إلكترونية كثيرة تنشر خلال صناعة السيارات أحدثت تغييراً في كل من المنتجات ومعدات الإنتاج. وكان التأثير في البداية يتلخص في زيادة آلية عمليات التصنيع واستخدام الروبوت في عمليات الكبس واللحام والطلاء وعمليات التجميع الفرعي الأكثر صعوبة، الأمر الذي زاد من تناغم ودقة العمليات، وأدى إلى تحسين نوعية المنتج النهائي.

وقبل استخدام منظومات التصنيع المرن والروبوت، كان التوجه نحو مزيد من الآلية التي تحقق أنتاجاً كبيراً من القطع القياسية، وبدأت التقنيات الجديدة في تحقيق بعداً جدياً هو المرونة، مما مكن، على سبيل المثال، من عمل قطع مختلفة ولحام أجسام مختلفة بنفس المعدات، ومن إعادة برمجة معدات الروبوت لإنتاج طرازات (موديلات) جديدة

أو بدائل تقلل من تكلفة العدد الخاصة المستخدمة، وتمكن من توزيعها على حجم أكبر من الإنتاج، كما تمكن أيضاً من تحديث هذه العدد الخاصة أولاً بأول كلما ظهرت معدات إنتاج جديدة بدلاً من الانتظار لحين إنتاج طراز جديد. وهذه المرونة والإمكانات للتحسينات المتزايدة المستمرة بدأ تحسن اقتصاديات الحجم على مستوى المصنع في صناعة السيارات . وفي نهاية المطاف تعاظمت اقتصاديات الحجم وأمكن إنتاج مدى كامل من السيارات في مصنع واحد أو مصنعين بحجم إنتاج أقل، ولكن بتكلفة منافسة لكبار المنتجين الذين يستخدمون مصانع مكرسة لطراز واحد.

وبالإضافة إلى التغييرات في معدات الإنتاج، فإن وظائف التصميم تم تحويلها بواسطة التوجه نحو التصميم بمساعدة الحسوب وبالتكامل الإلكتروني للربط بين التصميم والإنتاج، إذ أن عملية التصميم أصبحت أكثر تنميطاً مع الموردين الرئيسيين الذين يلعبون درواً هاماً، وأصبح المنتج يصمم منذ البداية للتصنيع الآلي، الأمر الذي أدي إلى تعاون جديد بين المنتج وتقنيات عملية الإنتاج وبين العاملين في تجميع السيارة بالنسبة لتوجيه اهتمام خاص إلى تكامل جميع خطوات الإنتاج، الأمر الذي سهل إعادة تصميم منظومات إنتاج السيارة بشكل جذري.

وساعد عملية التحول هذه ظهور مواد جديدة مثل اللدائن والمواد المركبة والسيراميكيات (التي سيأتي الكلام عنها في فصل خاص بالمواد المتقدمة)، وإحلال عمليات إنتاج جديدة محل العمليات القديمة.

الفصل الثالث

3 - التصنيع المتكامل

3-1 مقدمــة:

رأينا في الفصل السابق أن التصنيع المتكامل يشكل المرحلة الرابعة من المراحل التاريخية الأساسية لمنظومات الإنتاج الصناعي الحديث.

3-1.1 تقنية الإنتاج المرن:

ظهرت تقنية الإنتاج المرن في الولايات المتحدة الأمريكية في منتصف ستينيات القرن العشرين. وبعد ذلك انتشرت في كثير من البلدان. وكان يوجد في عام 1988 أكثر من 300 منظومة تصنيع مرن. ودرجة تعقيد وعصرنة هذه المنظومات تختلف من بلد لآخر.

ومنظومة التصنيع المرن ترمز لعصر جديد مـن التصـنيع. إنـه عصر التصـنيع المنفصـل لأجـزاء المنتج. وكنتيجة للتحول من الإنتاج الكبير mass production إلى الإنتـاج في دفعـات batch production، سعى كثير من البلدان لتقنيـة التصـنيع المـرن لحـل مشـاكل التصـنيع المنفصـل للأجـزاء. والأسـباب الرئيسية لتنفيذ منظومة التصنيع المرن هي زيـادة المنافسـة الدوليـة والحاجـة إلى تقليـل زمـن دورة التصنيع، والضغوط لخفض تكلفة الإنتـاج. ومـن الواضـح أن منظومـة التصـنيع المـرن هـي نقطـة البداية لإمكانيات التصنيع المستقبلية، التي سيغلب عليها أن تكون بـدون أفـراد وعاليـة المرونـة، وقادرة على أداء جميع العمليات التي تؤدي حالياً بواسطة الأفراد. إنها ستؤدي عمليات التشغيل بالآلات، تخطط للعمل، تراقب العمليات، تتدبر أمر وسائل التحكم والعدد والمعالجـات، تكشـف العيــوب، وتشــخص المشــاكل وتصــححها. صــار لهــا اعتماديــة عاليــة. إن تطــوير هــذه

الإمكانات، في أي بلد، كان مشروعاً مشتركاً بين الحكومات والصناعة والتعليم. وقد أثارت هذه الإمكانات تغييرات اقتصادية اجتماعية عديدة. إنها أثارت مشاكل إلا أن الإنسان أصبح لديه وقتاً كافياً لحل هذه المشاكل، بينما تولت الآلات أمورها بنفسها لتجعل حياة البشر أفضل.

3-1.2 ما هو التصنيع المتكامل بالحسوب؟

إن التصنيع المتكامل بالحسوب هو توأم للتصنيع المرن، ولغرض الإيضاح نورد فيما يلي نبذة عنه بمعرفة اتحاد منظومات الحسوب والآلية التابع لجمعية مهندسي الصناعة التحويلية الأمريكية. إن التصنيع المتكامل بالحسوب هو عملية إدارة، عبر المنشأة بأكملها، للآلية الصناعية. إنه يبدو كبرنامج خاص يمكن بموجبه تخطيط وتنفيذ وتحقيق تكامل مشروعات الآلية الذاتية automation. والجديد بالنسبة له هو إدخال تصور ثالث على الآلية الصناعية كمكمل لتصور المستخدم وللتصورات الفنية. وهذا التصور الخاص بالمنشأة هو الذي يوفر الأرضية المشتركة للتكامل والمشاركة، والذي يؤمن النوعية والتوافق والمرونة في الهيكل الكلي للآلية للمنشأة. ومفاتيح التصور الخاص بالمنشأة للتصنيع المتكامل بالحسوب هي القياسيات والإجراءات وقياسات الأداء التي تقررت. وهذه المفاتيح ينبغي أن تستخدم على جميع المشروعات، لتؤمن التكامل حيثما يكون مطلوبا. وهذه القياسيات والإجراءات تؤثر على التخطيط والتمويل لمشروعات الآلية الصناعية، وهي تتحكم في تبرير المشروع واختياره وتقرير أولويته وإدارته. والقياسيات حاسمة بالنسبة لتأمين التكامل في برنامج التصميم المتكامل بالحسوب.

إن التكامل لا يمكن شراؤه، إنه عملية إدارة management process وليس مجموعة تقنيات، أو منظومة، أو منتج أو مشروع. وللحصول على التكامل ينبغي إعداد وإدارة برنامج تصنيع متكامل بالحسوب، بنفس الطريقة تقريباً، التي ينفذ بها برنامج عيوب صفر zero defect أو برنامج سلامة.

وأول ما يجب عمله هو إيجاد تصور للتصنيع المتكامل بالحسوب للمنشأة، ويتم ذلك ببناء هيكل تحكم لتصنيع متكامل بالحسوب يضمن التمويل، واختيار المشروع، وإدارة المشروع وتقرير القياسيات، ينبغي أيضاً دراسة الموضوعات التنظيمية. وبالنسبة لهيكل التحكم يمكن البدء بعدة مشروعات في وقت واحد.

1- إعداد خطة تصنيع متكامل بالحسوب.

2- تعريف قياسيات تصنيع بالحسوب.

3- تعريف مفاهيم إدارة مالية لتصنيع متكامل بالحسوب.

وينبغي على المسئولين في المنشأة أن يبذلوا غاية جهدهم لتوفير الوقت والموارد لخلق الجو الصحيح للنجاح.

وبرنامج تصنيع متكامل بالحسوب للمنشأة الصناعية يوفر الهيكل للتعريف والإدارة وتحقيق التكامل لمشروعات الآلية الذاتية، على أساس مستمر. وتكاليف إعداد هذا البرنامج تسترد عادة خلال سنتين، حيث أن مشروعات الآلية تحقق تخفيضات في تكاليف مزاولة الأعمال ووقت تطوير المنتج والمخزون وغيرها.

إن التكامل ليس محطة للوصول، إنه توجهاً، وقد تبين من دراسة المعدلات السنوية للمنصرف في الآلية الصناعية، إن هناك فعلاً تحركاً وأن هذا التحرك يحدث بعجلة متسارعة.

3-1.3 نظرة للمستقبل:

إن التحدي كان .. الحاجة لتحسين الإنتاجية، نوعية المنتج والاعتمادية وتخفيض التكاليف.. لا يمكن تحقيقها بمجرد آلات أحسن وأفراد أكثر مهارة. إنه ينبغي أن يكون هناك أدوات أحسن للإدارة وتكامل للتخصصات المتعددة، لتعريف وإنتاج المنتجات، التي توفر الفرصة للاستفادة من الموارد القائمة – كل من الآلات والأفراد.

إن الأداة الوحيدة التي يمكنها أن تواجه هذه التحديات تحدياً مجدياً من حيث التكلفة – الفعالية هي تقنية الحسوب.

إن التوجه المستقبلي، بشكل عام، بالنسبة للهندسة والتصنيع سيكون دائماً، نحو تطوير وتنفيذ التصنيع المتكامل بالحسوب.

ومنظومة تصنيع متكامل بالحسوب تكاملاً تاماً، تنطوي على تصميم وتطوير وتطبيق لكل من منظومات: تصميم بمساعدة الحسوب، تصنيع بمساعدة حسوب، نوعية كلية بمساعدة حسوب، تقنية مجموعة بمساعدة حسوب...، بحيث توفر مخرجات أي منظومة مدخلات لمنظومة أخرى، وينتج عن التصنيع المتكامل بالحسوب تكاملاً تاماً، آلية ذاتية لتدفق المعلومات في المنشأة من لحظة وصول طلب العميل عبر كل خطوة في عملية التصنيع إلى لحظة تسليم المنتج التام.

3-2 البيئة التنافسية:

3-2.1 البلدان النامية:

إن التطورات الأخيرة في تقنية التصنيع مثل منظومات التصنيع المرن، التصنيع المتكامل بالحسوب، الإنسان الآلي (الروبوت)، هي في الأساس منظومات معقدة وتفاعلية. وكان على البلدان النامية أن تواجه بأن عليها أن تستورد هذه المنظومات بطريقة تسليم مفتاح وتكون غير مناسبة لها، إلا إذا كان لديها القدرة على أن تفكك وتبني منها المنظومات الخاصة بها، حتى يمكنها أن تستورد أو تنتج المعدات المناسبة لهذه المنظومات.

وعلى هذا الأساس، فإن الأمر اقتضى دراسة استخدام تقنيات التصنيع المتقدمة advanced manufacturing technology (AMT) لعمليتي تنظيم وإدارة عمليات التشغيل بحثاً عن المرونة.

وكانت البداية هي النظر في المحتوى التنظيمي والتقني الذي تحدث فيه التغيرات، والأخذ في الاعتبار للمحددات التي يحتمل أن تواجه البلدان النامية في توصلها للتقنيات وقدرتها على استيعابها، والتعرف على فرص التقنية المتاحة في أنشطة التصنيع الرئيسية: التصميم والتحضير للإنتاج، الإنتاج نفسه وعمليتي تنسيق وإدارة العمليات ودراسة الطرق التي يمكن بها للتقنية المتكاملة أن تغير طبيعة الترابطات بين المنشآت على كل من جانبي الإمداد والتوزيع.

مع مراعاة أن حقيقة كون هذه التقنيات متواجدة لا تعني أنه يسهل تركيبها وتدبر أمرها، وعلى ذلك فإن الأمر تطلب إعادة النظر في الخبرة الخاصة بهذه التقنيات، والإحاطة بانتشارها عبر الاقتصاديات المختلفة والتكاليف والمنافع التي نتجت عنها. وكذلك التعرف على مصادر الإمداد بمثل هذه التقنيات الآلية ونوع ومحددات المساعدات التي يمكن أن تقدمها لمستخدميها المحتملين.

ونظراً لأنه غالباً ما يبدو أن التنفيذ الناجح للآلية المتكاملة يحتاج لمداخل تنظيمية بديلة – في الهياكل، أنماط تنظيم العمل، مستويات المهارة والتوزيع- فإن الأمر يتطلب مناقشة الفكرة الرئيسية للتحديث التنظيمي، واستكشاف الخبرة المتعلقة بالمداخل الجديدة لعملية تنظيم وإدارة الإنتاج مثل «في الوقت بالضبط Just-in-time» وعملية إدارة الجودة الكلية total quality management. ودلت الشواهد على أن كثيراً من مشاكل الطلب على مرونة وكفاءة أعظم، يمكن التعامل معها باستخدام مداخل تركز على الاستثمار (عن طريق التدريب في رأس المال البشري)، وليس على التقنية المتقدمة. وهذا ليس معناه التشكيك في أن هذه المداخل ينبغي أن ينظر إليها كبدائل، ولكن كمكملات للاختيارات في التحديث التقني. كما ينبغي التمعن في البرامج الممكنة التي تجمع بين كل من التغيير التنظيمي والتغيير التقني.

والإستراتيجية العامة لاستكشاف الفرص، التي تتيحها التقنيات الآلية والفنيات

التنظيمية الجديدة، تركز على الحاجة لنظرة بعيدة المدى وإيجاد قدرة وخبرة آخذة في النمو، بدلاً من الدخول بطفرة قوية، ومحاولة إجراء تغيير جذري بسرعة زائدة ، وكذلك الاهتمام بمتطلبات البلدان النامية بالنسبة للتصنيع المتكامل بالحسوب، فيما يتعلق بإثارة الوعي، تطوير المهارات والموارد وإيجاد قدرة تقنية محلية. ومن مصلحة البلدان النامية أن تتدبر أمر التطويرات وتزيد الوعي وتوجد بعض الخبرة في الفنيات الموجودة حتى يتفسح المجال أمامها لاختبارات أكثر مناسبة.

وفي تنفيذ التصنيع المتكامل بالحسوب، يتعلق الأمر ببعض موضوعات السياسة الرئيسية على مستوى المنشأة وعلى مستوى الوطن.

3-2.2 البلدان الصناعية المتقدمة:

تتلخص الضغوط السعرية وغير السعرية التي أحاطت بتطوير التقنيات المتقدمة في الآتي:

أ - تخفيض السعر أو على الأقل الاحتفاظ به في مستوى منخفض.

ب- عوامل غير سعرية مثل التصميم والنوعية.

ج- خدمة العميل، قبل وإثناء وبعد البيع.

د- الإكثار من الشرائح التي تشتري المنتجات، وتنويعاً أكثر للمنتجات.

هـ- دورات حياة خدمة أقصر للتمشي مع الأسواق ذات التوجه المتزايد نحو تحديث الطراز باستمرار.

و- أوقات استجابة قصيرة للتسليم وتنويع أكثر توفراً في المنتجات، مع تعديلات أكثر حدوثاً. ولمواجهة طلبات الخدمة المعنية للعميل، تجد المنشآت أن من الضروري أن تصبح أكثر مرونة.

والمرونة تمتد إلى:

أ - التمشي مع التأرجحات في الطلب.

ب- عرض مدى أوسع من المنتجات المصممة لتناسب احتياجات العميل الفردية.

ج- إدخال منتجات جديدة بمعدل أسرع.

د- القدرة على استخدام المعدة الرأسمالية نفسها لأكثر من منتج واحد.

وبدلاً من أن تحد زيادة المرونة من البيئة التنافسية، فإنها زادت مع مجموعة مصاحبة لها من المشاكل المختلفة. في كل مرة يصنع فيه منتج جديد، يحتاج الأمر لإيقاف معدات الإنتاج، وإعادة ضبطها وإعادة تشغيلها، وهو عمل قد يستغرق ساعات وأحياناً أياماً.

ومشكلات المرونة تتضمن:

أ - استخدام منخفض للآلات (بسبب أوقات الضبط لدفعات الإنتاج المختلفة).

ب- مشكلات الاصطفاف عند عمليات عنق الزجاجة التي يمر خلالها جميع المنتجات.

ج- استخدام منخفض للآلات بسبب الاصطفاف قبل عمليات عنق الزجاجة والانتظار بعد هذه العمليات.

د- ارتفاع مستويات مخزون المواد الخام، والقطع تحت التشغيل والمنتجات التامة.

هـ- أوقات التحضير لبدء الإنتاج الطويلة.

و- ضعف تدبر أمر الإنتاج والرقابة عليه.

ز- ارتفاع التكاليف الإضافية للموظفين غير المباشرين الذين يقومون بمحاولة تدبر أمر الأوامر وتشهيلها.

ح- ضعف أداء التسليم.

ط- ضعف التوعية.

ي- عدم كفاءة استخدام الحيز في مكان العمل.

ك- زيادة تحمل منظومات العمل الكتابي.

تقليدياً، كان هناك تعارض بين كفاءة الإنتاج والمرونة، ففي الظروف المثلي تفضل المنشآت أن تنتج عدداً قليلاً من المنتجات بأحجام كبيرة، وتركز على الإنتاجية على حساب المرونة، أي اقتصاديات الحجم والاستثمار الرأسمالي الكثيف في المعدات المخصصة لغرض معين مثلما هو الحال في صناعات المعالجة المستمرة، إلا أن ضغوط السوق تجبر المنشآت الآن لأن تحاول أن تجد وسائل بديلة للإنتاج الذي يتميز بالمرونة العالية والإنتاجية العالية.

إن ضغوط زيادة الحساسية بالنسبة لاحتياجات المستهلك الفرد لا تقصر فقط على مصنعي المنتجات الاستهلاكية، بل امتدت لجميع فروع الصناعة، وحتى صناعات عمليات المعالجة المستمرة ذات الحجم الكبير، مثل البتروكيماويات وتحضير الأغذية. فإنها صارت تبحث عن وسائل للتمشي مع «المجموعات الصغيرة packets» استجابة للطلب الأكثر تحديداً.

إن هذه الظاهرة تميزت بها بلدان صناعية متقدمة معينة، ثم أصبح هذا النمط العام مشتركاً لجميع البلدان المصنعة.

3-3 المحيـط التقني:

3-3.1 مقدمـة:

إلى هذه الصورة للضغوط المتزايدة، ينبغي أن يضاف التأثير القوي للتقنيات الجديدة المبنية على الآلية، التي صارت متاحة بعد سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين. وهذه التقنيات التي سيتم تناولها بالشرح فيما بعد، تحل بعض المشاكل التي كانت تواجه المصنعين. فمثلاً تسمح التقنية المبرمجة بتغيير أسرع للمعدات للتصنيع بمواصفات

مختلفة، ومنتجات مختلفة ولزيادة المرونة. وفي الوقت نفسه فإن الاستخدام المتزايد لمنظومات التنسيق المبنية على الحسوب تسهل بقدر كبير أنشطة عملية إدارة الإنتاج مثل التخطيط، والبرمجة ومتابعة عدد أكبر من الدفعات الأصغر.

إن القدرة على تكامل التقنيات وأنشطة التصنيع إنما تنشأ أساساً من الفرص التي تخلقها حقيقة أن معظم الأنشطة في التصنيع؛ هي في صميمها مبنية على المعلومات، أي أنها تنطوي على الجمع فيما بين التخزين/ الاسترجاع والمعالجة والمواصلة للمعلومات. فمثلاً، التحكم في الآلة يأخذ معلومات (مواصلة) عن حالة العمليات التي يجرى التحكم فيها، وبعد ذلك يقارنها بمعلومات أخرى في ذاكرته عن الحالة المطلوبة (تخزين/استرجاع) ثم يحسب (معالجة معلومات) الإجراء التصحيحي اللازم، وأخيراً يرسل معلومات (مواصلة) مرة ثانية للعمليات لتعيدها إلى الخط. ونظراً لأن المنظومات للأنشطة المختلفة في التصنيع تعمل على الأساس نفسه، مستخدمة تمثيلاً رقمياً للمعلومات، فإنه يوجد مجالاً واسعاً لربطها معاً في منظومات عالية التكامل.

وعلى ذلك فإن المجالات الوظيفية للتصنيع المنفصلة تقليديا (ولكنها غالباً ما تكون إليه بدرجة كثيفة) - مثل التصميم أو التحكم في النوعية – يجري ربطها بالتصنيع، بينما يجري زيادة ربط عملية تنسيق الإنتاج بوظائف مزاولة العمل الأخرى. والنموذج المنبثق عن ذلك هو نموذج تصنيع متكامل بالحسوب، لا تكون فيه وظائف عملية التصنيع آلية فقط، ولكن أيضاً متكاملة كل واحدة منها مع الأخرى، خلال عدد من الشبكات ومبرمجيات المواصلة communications software.

3-3.2 الخيارات التقنية:

إن الخيارات المختلفة المتاحة في نطاق التصنيع المتكامل بالحسوب يمكن دراستها باعتبار أن منظومة التصنيع مكونة من ثلاثة دوائر للنشاط (التصميم والتحضير للإنتاج - الإنتاج - التنسيق).

وفيما يلي شرح للأنشطة الرئيسية في هذه الدوائر والتغييرات التقنية التي تحدث مصاحبة لها.

3-3.2.1 التصميم والتحضير للإنتاج:

يتضمن هذا النشاط جميع الواجبات الضرورية للتعرف على وصف وتحضير المنتجات للتصنيع. تبدأ العملية بتحويل الأفكار إلى شكل ما للتمثيل المادي للمنتج الذي سيصنع. ويتبع ذلك إعداد ما يسمي بمستندات الرخصة license documents. وهي رسومات هندسية تفصيلية للمنتج ولأجزائه وقائمة بالمواد التي تصنع منها هذه الأجزاء ومواصفاتها وشروط الاستلام الخاصة بالمنتج. وكذلك إعداد ما يسمى بمستندات التصنيع (معرفة كيف) know-how documents. وهي قائمة تفصيلية لعمليات التشغيل - والمعاملة الحرارية والتجميع والتفتيش- التي تجري على كل جزء ومجموعة أجزاء وتكون مصحوبة برسومات تفصيلية لكل عملية تبين الآلة والعدة الخاصة ووقت التشغيل أو التجميع وطريقة العمل.

ويختلف نطاق نشاط التصميم تبعاً لنوع الصناعة ولكل من حجم المنشأة وإستراتيجيتها. فمثلاً من الواضح أنه في الصناعات الكيمائية تتكون عملية تصميم المنتج محدودة، ولكن يحتاج تصميم عملية المعالجة وأعمال البحث والتطوير التي تساندها إلى جهد كبير. وعل العكس من ذلك يعمل مصنع السلع الرأسمالية في اتصال وثيق بالعملاء الفرادى لإعداد تصميمات جديدة أو تعديل رسومات موجودة لتفي بالمتطلبات الخاصة. إن تطوير سيارة جديدة ينطوي على آلاف من الرسومات يعدها، ليس فقط مصنع التجميع النهائي، ولكن أيضاً المئات من موردي المكونات.

3-3.2.2 الإنتاج:

في الإنتاج يتم ترجمة المعلومات من التصميم إلى كيان مادي خلال سلسلة من

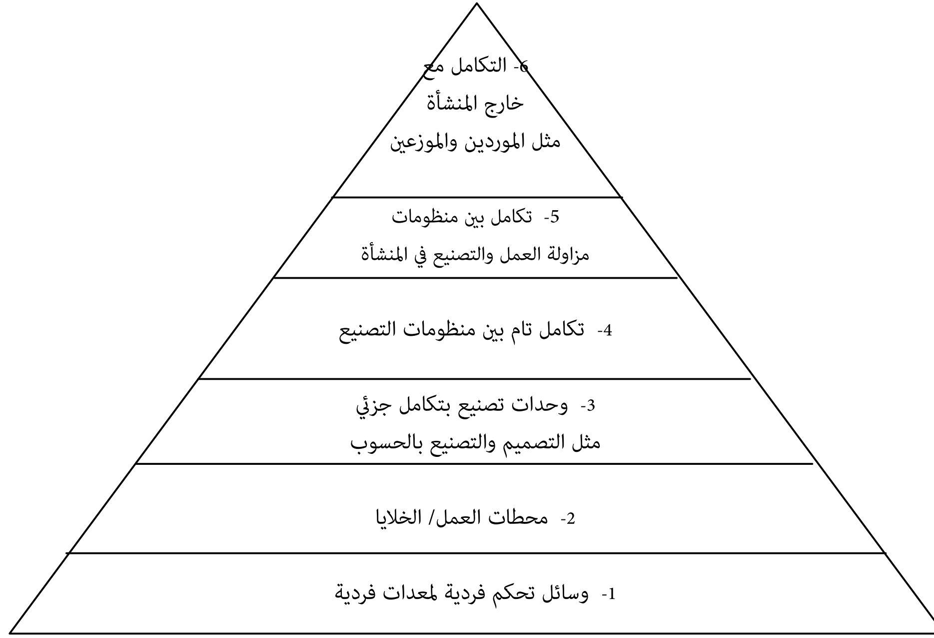
العمليات، ونطاق العمليات يختلف اختلافاً كبيراً، ولكنه يغطي ليس فقط العمليات التصنيعية (مثل الخلط، الصب في قوالب، القطع، التجليخ، الثقب، الكبس وأنواع التجميع المختلفة) بل أيضاً المناولة والنقل والتخزين والاسترجاع والاختبار والتفتيش. ويغطي أيضاً تشغيل وصيانة الإمكانات الإنتاجية.

3-3.2.3 التنسـيق:

وأخيراً؛ ينطوي التنسيق على مهام إدارة أعمال مختلفة، يحتاج الأمر إليها لدعم تصنيع المنتج من التصميم الابتدائي حتى البيع والتوزيع. ويمتد التنسيق عبر اتخاذ إجراءات تنفيذ أوامر العملاء، تخطيط الاحتياجات من المواد والسعة الإنتاجية، تدبر أمر الإنتاج والرقابة عليه، تسهيل الإنتاج ومتابعته، محاسبة التكلفة والتسويق والتوزيع.

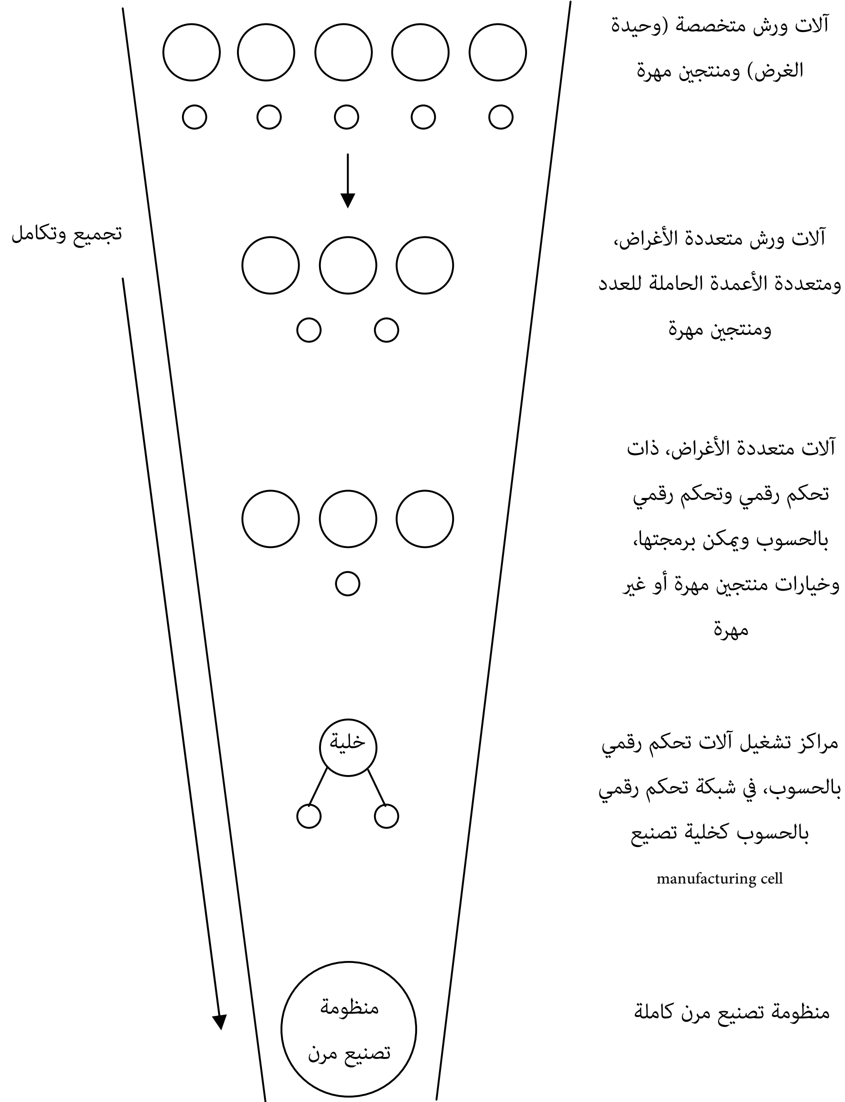
وهذه الدوائر الثلاثة للنشاط (التصميم والتحضير للإنتاج والتنسيق) مترابطة فيما بينها بالنسبة للمعلومات التي يلزم أن تتدفق فيما بينها. وإنه لهذا السبب يكون للتصنيع المتكامل بالحسوب شأناً كبيراً بما يوفره من إمكانيات تقنية لعمل تحسينات جذرية للطريقة التي تؤدي بها عملية إدارة مثل هذه العلاقات البينية.

والمعدات والمنظومات الآلية المتاحة في هذا النمط لها مدى واسع إلا أن هذا المدى يمكن تصنيفه بفعالية بالأخذ في الاعتبار للمستويات المختلفة للتكامل في الآلية، ويبين الشكل (3-1) تصنيفاً يوضح ذلك.



شكل (3-1) مستويات الآليـة

والشكل (3-2) يبين هذا التصنيف بشكل مبسط، وبأخذ حالة تشغيل المعادن على سبيل المثال، في البداية كانت الاتجاهات التقنية تنحصر لحد كبير في تكامل ومهام أساسية في دائرة معينة للتصنيع، مثل جمع مهام منفصلة للتشغيل على الآلة في مركز واحد للتشغيل مزود بتحكم رقمي computer numerical control (CNC)، والمرحلة التالية كانت تحقيق تكامل بين الأنشطة المختلفة – مثلاً، بين المناولة والتشغيل على الآلة للقطع تحت التشغيل وذلك في خلية تشغيل، وتنسيق هذه الأنشطة بواسطة حسوب في مستوى الورشة، وفي المستوى الأعلى، يوجد تكامل بين دوائر النشاط- مثل الجمع بين التصميم والتصنيع بواسطة مواصلات تصميم بالحسوب: تصنيع بالحسوب، أو تنسيق/ تخطيط وتصنيع في منظومة تصنيع مرن.



شكل (2-3) الاتجاه نحو التكامل في تشغيل المعادن

ونمط التكامل هذا يمكن أن يتحقق خلال المصنع بأكمله، بحيث أن التكامل في داخل الدوائر المختلفة سرعان ما يشكل أساساً لما يسمى تصنيع متكامل بالحسوب.

ونمط التكامل لا يتوقف عند حدود المنشأة، لأن الترابطات بين المنشآت، بالنسبة للتصميم، المشتريات، التوزيع .. الخ، يمكن أيضاً أن يتواجد عن طريق شبكات مواصلة بالحسوب مماثلة، وعلى سبيل المثال، في تقرير لشركة معدات رقمية في إيرلندا تصف فيه إمكانات تصنيع المتكامل بالحسوب الخاصة بها، بينت الشركة أنه عن طريق مواصلة الشبكة العالمية الخاصة بها، يمكن للمصنع أن يتصل بعدد يصل إلى 15000 منظومة حسوب، وهذا يعني أنه بالنسبة لعمل مثل التصميم، يمكن الاستعانة بمصدر متسع للمعرفة المتخصصة، موزع جغرافيا في جميع أنحاء العالم- في حل مشاكل مصنع معين، عن طريق نقطة اتصال حسوب (Terminal) واحدة وبرمجة مواصلات مناسبة communications software.

ومثل هذه الإمكانات للتكامل تسترعى الاهتمام أساساً لأنها تحقق تحسينات جذرية في عدد من المجالات التقليدية للمشاكل التي تواجه المصنعين. وبمقارنتها بقائمة المشاكل التي سبق ذكرها، تجد أنها تتضمن:

أ - وقت تحضير منخفض، لكل من المنتجات القائمة والجديدة.

ب- مخزون منخفض، وخاصة بالنسبة للقطع تحت التشغيل.

ج- تحكم أكثر دقة في الإنتاج ومعلومات أحسن نوعية لتدبر أمور الإنتاج.

د- زيادة استخدام معدات غالية الثمن.

هـ- تكاليف إضافية مخفضة.

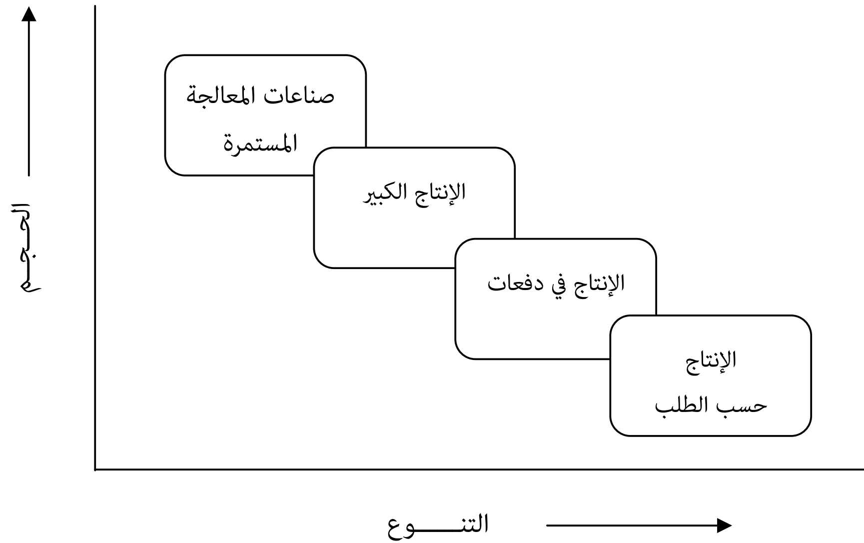
و- أداء تسليم تعتمد عليه بقدر أكبر.

ز- عملية إدارة نوعية أفضل.

3-3.3 النمط خلال فروع قطاع الصناعة:

في الوقت نفسه الذي ينتشر فيه الطلب على زيادة المرونة، تمتد فيه أيضاً التطبيقات المحتملة للآلية المتكاملة خلال فروع قطاع الصناعة، الأمر الذي شكل تغييراً رئيسياً عن الأجيال المبكرة للآلية، التي كانت تنحصر في صناعات الحجم الكبير والمعالجة المستمرة، والشكل (3-3) يرتب أنشطة التصنيع في أربعة مجالات عامة بالنسبة للحجم وتنوع المنتجات.

وفي صناعات الحجم الكبير القليلة التنوع في المنتجات كان الضغط يتجه تقليدياً نحو التكلفة الرخيصة مع المحافظة على مستويات النوعية المطلوبة، الأمر الذي يتطلب التركيز على الإنتاجية والتوجه نحو تكثيف الاستثمار الرأسمالي والآلية واقتصاديات الحجم الكبير.



شكل (3-3) أنشطة التصنيع (الحجم والتنوع)

بيد أن النمط يتغير والضغوط أصبحت تتجه نحو المرونة وخفة الحركة، حتى في صناعات السلع العادية. وكنتيجة لذلك تقوم المنشآت الرئيسية في هذه الصناعات بالتحري والدراسة والاستثمار الكثيف في التصنيع المتكامل بالحسوب. والأمثلة تتضمن إنتاج المسلي الصناعي وزيوت الطعام (وفيها كان الطلب على نسبة قليلة من الدهون ومنتجات الكولسترول هو الذي دفع إلى التحول من الحجم إلى التنوع) والألياف الصناعية (وفيها دفعت اتجاهات مماثلة في صناعة الملابس إلى التحول نحو دفعات إنتاج أقصر)، وكذلك الكيمائيات. وفي تحضير الأغذية، حتى منتجات السلع العادية مثل السكر، فإنها اتجهت لأن تباع في أشكال كثيرة متنوعة وبكميات أقل. وهنا تكون معظم المرونة مطلوبة، في مراحل التشطيب والتعبئة وليس في عمليات المعالجة المباشرة.

وفي صناعات الدفعات الكبيرة، كان النمط يتجه نحو التشبه بالمعالجة المستمرة عن طريق استخدام معدات غالية ذات غرض خاص (مثل خطوط الإنتاج) ونحو نماذج قوية لتنظيم وتدبر أمر الإنتاج (ممثلة بفكرة هنري فورد الخاصة بخط الإنتاج). وتقليدياً أدت محاولات تحقيق اقتصاد الحجم الكبير إلى استخدام تشكيلة من الآلية المكلفة. بيد أنه كما سبق بيانه أصبح النمط يتغير ويتجه لاستخدام متزايد لوسائل التحكم المبرمجة والروبوت ومنظومات الإنتاج المرن والتصميم بالحسوب/ التصنيع بالحسوب وتقنيات أخرى. وفي الوقت نفسه تؤدي التغييرات التنظيمية إلى قوى عاملة أقل ومصانع تنتج بمرونة أكثر ونوعية حسب الطلب عن طريق تطبيق مداخل إدارة عمل بديلة، مثل تصنيع في الوقت بالضبط just-in-time (JIT) وتحكم كلي في النوعية total quality control (TQC).

وأحد آثار هذا التغيير في النمط هو أن نمط الميزة التنافسية قد يتغير. بعض المنشآت تحاول أن تنفذ مشروعات تصنيع متكامل بالحسوب تهدف فيها إلى إنتاج الحجم الكبير لسلع كبيرة الحجم ذات طبيعة معقدة (مثلما في مشروع جنرال موتورز ساترن Saturn). ولكن منشآت أخرى (مثل مجموعة روفر في المملكة المتحدة) جربت أن تستخدم التصنيع

المتكامل كوسيلة للبقاء كمنتج صغير، ولكنه مرن، الأمر الذي يساند مرة أخرى وجهة النظر بأن التصنيع المتكامل بالحسوب والمداخل المتعلقة به قد تفسح المجال لفرص جديدة مبنية على اقتصاديات النطاق economy of scope بدلاً من اقتصاديات الحجم economy of scale .

وهذه التغييرات ربما كانت أكثر ظهوراً في الصناعات الهندسية، ولكنها تمتد أيضاً إلى إنتاج شبه الموصل semi conductor وصناعات السلع الرأسمالية ومعدات الفضاء.

وعلى الرغم من أن الصعوبات والمشاكل تزيد وتتعقد مع زيادة التنويع، إلا أنه حتى في الحالات القصوى - الإنتاج الكثير التنوع جداً والقليل الحجم جداً- تظل توجد إغراءات بالنسبة لبعض نواحي الآلية المتكاملة. ففي الصناعات التي توجد فيها درجة عالية من التعاقد من الباطن، على سبيل المثال، مازال هناك إغراءات شديدة لإمكانات تعظيم المرونة والاستجابة عن طريق استخدام تصميم الحسوب/ تصنيع الحسوب والتحكم الرقمي بالحسوب بمعرفة عدد قليل من المنتجين ذوي المهارة العالية. ومما يسترعي الملاحظة أن منشآت صغيرة عديدة في البلدان الاسكندنافية. حققت نجاحاً في استغلال الفرص المتاحة لمثل هذا التخصص المرن flexible specialization لتدخل في وتدافع عن المواقع الصغيرة المناسبة في سوق السلع الهندسية والرأسمالية.

وفي مجال الكلام عن المحتوى التقني، يجدر التنويه بمساهمة المداخل الجديدة لتنظيم وإدارة الإنتاج، مثل «في الوقت بالضبط»، «التحكم الكلي في النوعية»، وسيأتي الكلام عنها في بنود تالية.

3-4 مكونات آلية التصنيع:

3-4.1 مقدمـة:

على الرغم من أن التصنيع المتكامل بالحسوب اكتسب شهرة عظيمة، إلا أن كثيراً

من مشروعات الآلية في أنحاء العالم المختلفة تبدأ بالتركيز على مستويات منخفضة نسبياً من التكامل. والأمثلة لذلك تتضمن وسائل التحكم المبرمجة programmable controllers على الآلات الفردية، أو مواقع تصميم الحسوب القائمة بذاتها أو خلايا التصنيع manufacturing cells البسيطة نسبياً المبنية على مركز آلات تشغل بتحكم رقمي بالحسوب ومعدات المناولة المصاحبة له.

وعلى العكس فإن وحدة تصنيع متكامل بالحسوب كاملة تنطوي على تكامل جميع نواحي عملية التصنيع مع جميع نواحي مزاولة العمل، وتمتد إلى خارج المنشأة، إلى المورد وحلقات التسويق/ التوزيع. ويمكن للمستخدمين لها أن يحاولوا بها خيارات مختلفة ويتعرفوا على المشاكل مبكراً.

وفي تجميع مثل هذه المنظومات، يستخدم عدد من مكونات تقنية تقع بصفة عامة في داخل الدوائر الثلاثة لنشاط التصنيع كما هو مبين في الجدول التالي:

جدول (3-1) الدوائر الثلاثة لنشاط التصنيع

التصميم	الإنتاج	التنسيق
• الرسم والتصميم بالحسوب. • تصميم بمساعدة الحسوب/ تصنيع بمساعدة الحسوب. (إنتاج معلومات تحكم لمعدات إنتاج آلية من بيانات تصميم محفوظة في الحسوب).	• منظومة تصنيع مرن. • منظومات مناولة مواد متقدمة. • حفظ آلي في المستودعات. • معدات اختبار آلية. • قياس وتحسس إثناء عمليات التشغيل.	• برمجيات عملية إدارة الإنتاج بالحسوب متضمنة تخطيط الاحتياجات من المواد، وتخطيط موارد التصنيع. • منظومات خبرة للتخطيط وعملية إدارة المشروع. • شبكة للآلية والمواصلة للمصنع.

3-4.2 المكونات التقنية الفردية:

3-4.2.1 التصميم بالحسوب Computer Aided Design (CAD)

إن الفكرة الأساسية للتصميم بالحسوب بسيطة، فبدلاً من أن تمثل المعلومات حول المنتج أو المكون أو مخطط عملية تشغيل برسم على ورق، فإنه يحتفظ بها كمعلومات رقمية في داخل ذاكرة الحسوب وتعرض على شاشة. وهذه الصورة يمكن معالجتها بطرق مختلفة: يمكن إخراج المعلومات إما كرسم مادي (بواسطة طباع) أو كمعلومات إلكترونية يمكن معالجتها معالجة لاحقة - مثلاً بواسطة منظومة تصميم بحسوب أخرى، أو بواسطة منظومة تصنيع متحكم فيها بحسوب.

وبصفة عامة يدعم التصميم بالحسوب جميع مراحل عملية التصميم وهي:

أ - تصميم الفكرة.
ب- إعداد الرسومات.
ج- الحسابات الهندسية.
د- إعداد قوائم قطع المنتج.
هـ- استنباط معلومات تخطيط الإنتاج.
و- الربط بمنظومات أخرى مثل برمجة التحكم الرقمي.

وبالنسبة للمستخدم المحتمل للتصميم بالحسوب، فإن المنظومات متاحة من عدد كبير من الموردين اللذين لديهم إمكانات لأن يقدموا من رسومات بسيطة ذات بعدين إلى نماذج سطحية ومجسمة معقدة ذات ثلاثة أبعاد، تحليل العنصر المحدود finite element، وحساب لتوصيل برامج تحكم لمعدات تصنيع آلية.

وزيادة الإنتاجية في مرحلة تكامل الأنشطة التقليدية في مكتب الرسم باستخدام منظومة تصميم بالحسوب CAD، يمكن أن تصل إلى حوالي 300% مع اكتساب الخبرة

وتبعاً لنوع العمل والمزايا الأبعد أثراً للتصميم بالحسوب ليس في السعة الإضافية لإعداد رسومات، وإنما في القدرة على العمل بعدد أقل من الرسومات.

ومن بين الحوافز التي تشجع المنشآت على تنفيذ التصميم بالحسوب ما يأتي:

أ - تقليل أوقات التحضير للاستجابة لأوامر العملاء.

ب- تقليل وقت عمل التعديلات.

ج- تقليل أوقات التحضير لتطوير منتج جديد.

د- تحسين استخدام المواد الخام.

هـ- تحسين نوعية ودقة التصميم.

و- محاكاة تحري خيارات بديلة.

ز- تحسين تقديم العروض والصورة لدى العملاء.

ح- تقليل الأخطاء في التصميم المعقد.

ط- تحسين إنتاجية مكتب الرسم.

3-4.2.2 الإنسان الصناعي Industrial Robotic:

تعرف منظمة القياسات الدولية International Standards Organization (ISO) الإنسان الصناعي بأنه آلة مناورة متعددة الأغراض، بتحكم آلي، وببرمجة، وبدرجات متعددة للتحرر، بحيث يمكن إما أن تثبت في مكان أو تتحرك، وذلك للاستخدام في التصنيعات الآلية الصناعية.

وهذا التعريف الواسع يغطي مدى متنامي من روبوت العمل الشاق، الذي يحل محل القوة البشرية في الأنشطة المتكررة مثل تفريغ آلات الصب في قالب في صناعة السباكة، إلى روبوت عمليات التجميع الدقيقة الحساسة، الذي يقدر على مناورة المكونات الصغيرة بدقة. إلا أن الميزة الرئيسية للروبوت تظل القابلية لإعادة البرمجة reprogram mobility. لما يتغير المنتج، لا تحتاج معدات المناورة إلا إلى تغيير برنامج

التحكم، وبذلك فإن الروبوت يحقق خطوة هامة في الآلية المرنة في مجال واسع من العمليات في كثير من القطاعات.

والروبوت يمكن أن يطبق في أربعة مجالات رئيسية:

أ - المناورة Manipulation: عبر كثير من القطاعات والواجبات.

ب- العمليات: وتتضمن رش الدهان، اللصق بالغراء، تنظيف المصبوبات والتجليخ، وغالبية هذه العمليات في الصناعات الهندسية.

ج- التجميع: ويتضمن المكونات الإلكترونية والميكانيكية، ويمتد أيضاً لعمليات أكثر مشقة مثل اللحام.

د- الاختبار والتفتيش: في الصناعات الهندسية وأيضاً في قطاعات متعددة.

ويرجع السبب في بطء انتشار الروبوت في البداية إلى صعوبة تزويده بحساسية كافية ليؤدي كثيراً من العمليات اليدوية، وخاصة التي تعتمد على النظر أو اللمس. الأمر الذي أدى إلى تطوير الروبوت للتوصل إلى ما يسمى روبوت الجيل الثاني، الذي يتميز بما هو أكثر من منظومات الجس الأولية وإلى زيادة انتشاره في التجميع الآلي.

3-4.2.3 عملية إدارة الإنتاج بالحسوب

Computer Aided Production Management (CAPM)

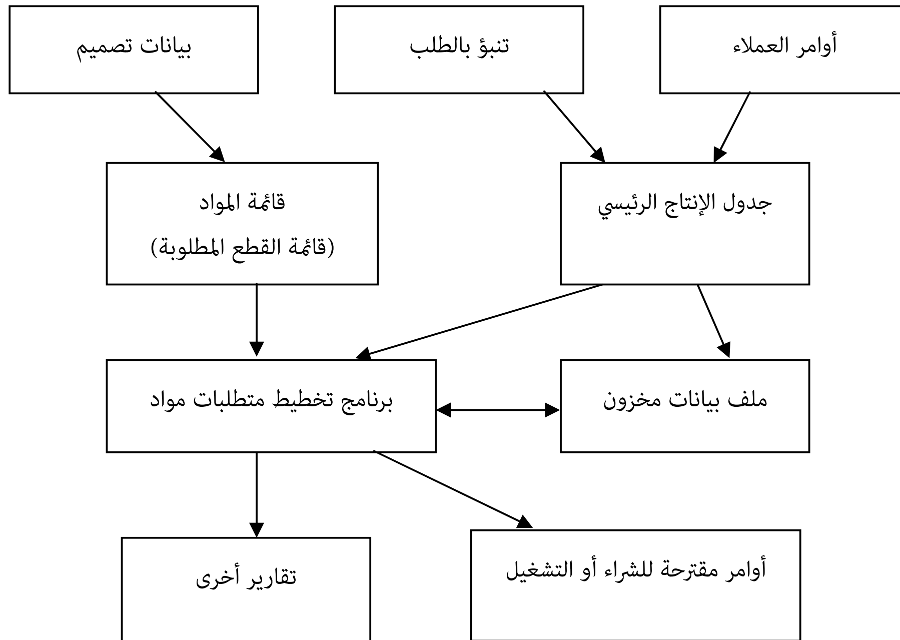
هذا اسم عام لعدد من البرمجيات المساندة لأنشطة عملية إدارة الإنتاج، مثل رقابة المخزون، تخطيط الإنتاج ورقابته والمشتريات. ومعظم منظومات هذه العملية مبنية بشكل ما على تخطيط الاحتياجات من المواد material requirements planning (MRP). والبدائل الحديثة التي تمتد إلى تخطيط موارد تصنيع manufacturing resources planning (MRP2) التي تأخذ بيانات من تنبؤات المبيعات وأوامر العملاء لتوليد برنامج إنتاج رئيسي Master Production Schedule (MPS). وبعد ذلك تستخدمه في حساب احتياجات المواد

(وبالتالي أوامر الشراء والإنتاج) واحتياجات السعة الإنتاجية حتى يمكن تحقيق الاستخدام الأمثل للمعدات الإنتاجية المتاحة.

وتخطيط احتياجات الشراء هو وسيلة لتأمين وجود المنتجات التامة للوفاء بطلبات العملاء والمكونات اللازمة لتصنيعها.

وفي منظومة تخطيط احتياجات المواد المبنية على الحسوب، يقوم الحسوب بالربط بين المعلومات حول الإنتاج، الشراء والتسويق، ويوفر لهيئة الإدارة وسيلة للتعرف على الأسبقيات في الشراء والإنتاج لتعظيم استخدام السلعة الإنتاجية ولتكامل العرض والطلب، الأمر الذي يقلل مستويات المخزون الذي تحتاجه المنشأة، ويحسن أداء وظيفة الشراء.

ويبين الشكل التالي منظومة تخطيط متطلبات مواد بسيطة MRP (منظومة ت م م):



وفيما يلي تتابع أحداث منظومة تخطيط الاحتياجات من المواد:

1- استنباط الاحتياجات الإجمالية:
- تفصيص بنود قوائم المواد في جدول الإنتاج الرئيسي.
- تلخيص الاحتياجات على أساس فترات زمنية.

2- استنباط الاحتياجات الصافية:
- مقارنة الاحتياجات الإجمالية بما في اليد وما في الأوامر
- حساب صافي الاحتياجات الإضافية.

3- استخدام فنيات تحديد حجم الدفعة lot-sizing.

4- جدولة الإنزال المخطط للأوامر للتشغيل بواسطة موازنة وقت التحضير.

5- تكرار هذه الخطوات، مستوى فمستوى بالنسبة لتفصيص المنتج حتى يتم تفصيص جميع المستويات في هيكل المنتج (الأجزاء الرئيسية والأجزاء الفرعية فالوحدات الفردية).

6- مقارنة الأوامر المنزلة للتشغيل (المفرج عنها) بالاحتياجات الإجمالية بالنسبة للتغييرات الممكنة في الأولوية.

7- تحضير توصية بإنزال الأوامر للتشغيل بالنسبة للأوامر المخططة الواقعة في الفترة الزمنية المعنية:
- للمشتريات.
- للتحكم في الإنتاج.

8- إعداد مستندات التشغيل أو أوامر الشراء.

هذا وتبدأ عملية التخطيط بتنبؤ بما تتوقع المنشأة أن تبيع أثناء فترة معينة وتحويله إلى خطة إنتاج تقرر ما الذي يجب عمله، وما يتطلبه ذلك من موارد الإنتاج المختلفة.

ويعرف ناتج هذه العملية الخاصة بتقسيم الخطة إلى متطلبات موارد باسم جدول الإنتاج الرئيسي (ج ج ر).

ومع منظومة (ت.م.م) كان (ج.ج.ر) يستخدم عندئذ لحساب المكونات المطلوبة، وكانت هذه المعلومات تقارن بما هو في المخزن للتعرف على ما يتطلب الأمر شراءه. والمشكلة بالنسبة لمنظومة من هذا النوع هي انه في كل مرة يعاد فيها حساب (ج ج ر) ينطوي الأمر على تغييرات رئيسية في أنماط الأوامر للمكونات التي تشتري والتي تصنع. ويمكن مع منظومة مبنية على حسوب تقبل التقلبات من هذا النوع.

والخطوة التالية للمنظومة هي استخدام (ج ج ر) لتوليد خطة تفصيلية لمتطلبات المواد تقرر بالتفصيل ما يحتاج الأمر لشرائه ولصنعه في المصنع. وعلى ذلك فإن معظم المنظومات تتضمن وظيفة تخطيط سعة لتحقيق الاستخدام الأمثل للسعة الإنتاجية القائمة، ولتنذر الإدارة بأي مشاكل تحميل زائد بحيث يمكن عمل تعديلات لخطة الإنتاج الفعلية. والميزة الرئيسية لمثل هذه المنظومة هي إنها يمكن أن تعمل على فترات متقاربة، وبذلك تقلل حالات عدم التأكد المعنية، وتوفر تحكم أكثر دقة بكثير على العملية بأكملها. ونتيجة لذلك، يتم المحافظة على موارد التشغيل والاحتفاظ بمستويات المخزون أقل ما يمكن.

وبتمديد دور منظومة (ت م م) لتكون أكثر من مجرد تحقيق الآلية في مجال التحكم في المخزون stock، وتغطي عملية تعظيم استخدام موارد الإنتاج وتشكل الحلقة بين الإنتاج ونواحي مزاولة الأعمال الأخرى وتصبح وسيلة مساعدة للإدارة أكثر قوة بكثير. والفلسفة خلف هذا النهج، (غالباً ما يسمى تخطيط موارد تشغيل (ت م ت) MRP2)، الذي ينطوي أساساً على قفل الأنشوطة loop بين العرض والطلب، مبينة في الشكل التالي:

شكل قفل الأنشوطة في (ت م ت) MRP2



ومثل هذه المنظومات وإن كانت تبدو منطقية وفكرتها بسيطة نسبياً، إلا أنه كانت هناك مشاكل ذات بال في استخدامها عندما أدخلت منظومات (ت ت م) أساسية لأول مرة. عانت المنظومات المبكرة من عدد من المشاكل كانت تتعلق بالعوامل التنظيمية والبشرية أكثر من التقنية.

وتتضمن المشاكل:

1- مدخلات بيانات متدنية النوعية (بسبب نقص الالتزام أو حتى بعمل مقصود)، تدني البيانات في المنظومة يجعل المعلومات المولدة غير فعالة أو خاطئة).

2- تنفيذ ضعيف - ظلت كثيراً من المنظومات تحت سيطرة خبراء معالجة البيانات وغالباً ما كانت تفرض على بقية التنظيم.

3- نقص الاهتمام من قبل هيئة الإدارة الأعلى.

4- البطء في التشغيل (دفعات التشغيل قد تأخذ ساعات عديدة)، وعدم الاستجابة للتغيير.

5- النقص في توفير التغذية الخلفية للأخذ في الاعتبار للتغيرات في السعة ومستويات الأوامر وأوقات التدبر ... الخ.

6- غالباً ما ينظر إليها على إنها مسئولية إدارة واحدة – عادة معالجة البيانات أو التحكم في المخزون – بدلاً من أن ينظر إليها على أنها مسئولية المنشأة بأكملها.

7- ضعف الروابط مع نواحي أخرى لعملية الإنتاج مثل التحكم في النوعية.

وكنتيجة لذلك، كان أداء منظومات (ت م م) هو الأفضل بالنسبة للمنشآت التي تتميز بأن التنوع الأساسي في مجال منتجاتها قليل، وبأن أنماط الأوامر التي تتلقاها والإمدادات الخاصة بها مستقرة نسبياً، والمنظومات الأكثر تقدماً مثل تخطيط المتطلبات من الموارد للتصنيع MRP2، ثم تطويرها ليس فقط للمحافظة على المبادئ الأساسية، ولكن أيضاً لتحسين النواحي العملية. على أنه على الرغم من أن عناصر كثيرة مثل تحسين التغذية العكسية والاستجابة للتغيير تصمم متضمنة في المنظومة، فإنه مازال هناك الكثير الذي يعتمد على الطريقة التي يتم بها التنفيذ في إطار المحتوى التنظيمي.

3-4.2.4 منظومة مناولة المواد المتقدمة:

يمكن أن تتضمن تقنيات متنوعة للنقل والمناورة مثل روافع التكويم، منظومات مناولة الطبليات، السيور المتحركة العقلانية intelligent والمعربات الموجهة آلياً automatic guided vehicles (AGV) وجميع هذه الوسائل تتمتع بعنصر القابلية للبرمجة وبذلك فهي تختلف عن الأجيال السابقة لمنظومات مناولة المواد ميكانيكاً، في أنها غير مشكلة لمنتج واحد أو عملية واحدة.

هذا بالإضافة إلى أن القدرة على التحكم في هذه العناصر الفردية بواسطة حسوب مصنف، يعني، مثلاً ، أن أسطولاً بأكمله من العربات الموجهة آلياً يمكن أن يتم تدبر أمرها في الوقت نفسه، الأمر الذي يفسح المجال لفرص عملية إدارة تدفق المواد كمنظومة كاملة بدلاً من مجموعة عمليات غير مترابطة. ومنظومة النقل هذه بدورها يمكن أن تربط في برمجة الإنتاج أو منظومات حسوب أخرى بحيث يمكن تعظيم تدفق المواد عبر المصنع.

3-4.2.5 منظومة إيداع في المخازن آلية:

على الرغم من أن أحد الاتجاهات الرئيسية في التصنيع المتقدم هي العمل بأدنى مستويات تخزين ممكنة بالنسبة لكل من المواد الخام والقطع تحت التشغيل ، فإن هذا لا يعني إلا نادراً الإنتاج بدون تخزين كلية. وفي مجال تقليل المخزون فإن القابلية للبرمجة حققت تحسينات كبيرة للطريقة التي تخزن وتسترجع بها المواد عن طريق استخدام فنيات الإبداع الآلية. ولهذه المنظومات مفتاحين: الأول، إنها تسمح بعملية تخريط بالحسوب mapping للتخزين المادي، بحيث يحفظ كل موقع تخزين في ذاكرة الحسوب وبذلك يقل وقت البحث عن الصنف، والثاني، إمكان تحقيق الآلية في أجهزة التخزين / الاسترجاع نفسها - بواسطة روافع الطبليات، روبوت الالتقاط أو أجهزة أخرى قادرة على التحرك لموقع التخزين، جمع (أو تستيف) الأصناف وتصل إلى منظومة النقل، الأمر الذي يعجل عملية إدارة أعمال المواد.

3-4.2.6 منظومة التصنيع المرن Flexible Manufacturing System (FMS):

يطلق هذا الاسم أساساً على الآلية المتكاملة لعمليات التشغيل والمناولة في صناعة السلع المعدنية المشغولة والمشكلة والمجالات المتعلقة بها. ومنظومات التصنيع المرن تشمل تجمعيات من آلات ورش متحكم فيها بالحسوب يتم تحميلها بالمشغولات وتفريغها منها ومناولة ونقل هذه المشغولات تحت سيطرة تحكم شامل بالحسوب. وأيضاً يتم برمجة المنظومة بالحسوب بحيث يمكن تحقيق الاستخدام الأمثل للآلات وإنتاج دفعات صغيرة اقتصادياً.

ومبادئ التصنيع المرن يمكن بطبيعة الحال، تطبيقها في قطاعات كثيرة. وأي تطبيق تكون فيه أوقات الضبط كبيرة، يمكن استخدام البرمجة الآلية لتقليل هذه الأوقات وبالتالي توفير مرونة أكبر.

والأمثلة تتضمن:

أ - صناعة الأغذية حيث يمكن استخدام جهاز تحكم معالج دقيق نمطي بحيث يرتب بالتعاقب عمليات وزن وخلط ومعالجة تنوع من الأصناف لنفس المنتج. وفي مصنع في المملكة المتحدة للحساء المجففة. استخدمت منظومة قائمة على معالجة دقيق نمطي لتوفير حتى 200 صنف و 30 دورة خلط مختلفة بنفس المعدات الأساسية. وفي أي وقت يمكن أن يكون تحت الإنتاج في المصنع 24 من هذه الأصناف. وبالإضافة إلى ذلك تقوم المنظومة بالضبط الآلي لكل من دورة الغسيل/ التنظيف وموازنة الطاقة.

ب- صناعة المنسوجات، حيث نجح مصنع صغير يصنع بطاقات أسماء من قماش منسوج، في أن يطور منظومة مبنية على معالج دقيق، خاص به لنسج الشرائط التي تصنع منها هذه البطاقات (التي تستخدم للتعرف على ملابس الأطفال في المدرسة) وهذه البطاقات يحتاج إليها في دفعات صغيرة، عادة حوالي 24. ويحتاج

الأمر لتوفر مرونة كبيرة في الإنتاج، نظراً لأن الطريقة التقليدية لصنع هذه البطاقات هي تخريم مجموعة مختلفة من البطاقات خاصة بنول جاكارد لكل من هذه البطاقات، وإيقاف وإعادة تحميل النول بين الدفعات. وباستخدام هذه المنظومة تمكن المصنع من أن يحقق توريد سريع ونوعية عالية لتشكيلة البطاقات، حتى أثناء موسم النشاط الكبير قبل فترة بدء الدراسة الجديدة مباشرة، حيث يتلقى المصنع قدراً كبيراً من الطلبات. هذا بالإضافة إلى أنه تم إدخال طرازات وتصميمات عديدة جديدة للبطاقة يمكن عملها بالمعدات نفسها، وذلك بتغير برامج التحكم، الأمر الذي مكن المصنع من أن يدخل في أسواق جديدة.

ومزايا زيادة المرونة في مجال تشغيلي واحد يمكن تعظيمها كثيراً إذا تم ربط المنظومة الخاصة به بشبكة أوسع تشمل إدارة الموارد، برمجة الإنتاج أو تصميم المنتج. ومما يجدر ذكره أنه في أواخر سبعينيات القرن العشرين، كانت توجد منظومات فردية عالية التكلفة للتصنيع المرن، ولم تكن متاحة إلا لعدد قليل من المنشآت الكبيرة. ومنذ ذلك الحين تحرك الموردون نحو مجموعة خيارات أوسع مدى وأسرع تكاثراً لتتمشى مع الأحجام والميزانيات المختلفة للمنشآت، وللأحجام المختلفة لدفعات الإنتاج ولمجموعات قطع المنتجات، الأمر الذي أفسح المجال للمنشآت لتركيب خلايا تصنيع مرن في نطاق النمط الأكبر لعمليات الإنتاج الخاص بهم، مما يطلق عليها جزر الآلية islands of automation.

3-4.2.7 معدات الاختبار الآلية Automated Test Equipment

توجد منظومات مختلفة تحقق اختباراً اليكترونياً عالي السرعة، بمعايير مختلفة، وهي ليست مخصصة لمنتج بعينه، ولكن يمكن تهيئتها بتغيير برامج التحكم التي تغطي خطوات الاختبار والقيم المطلوبة... الخ، وفي بعض الحالات، مثل صناعة الإلكترونيات، يوجد ارتباط وثيق بين تصميم المنتج والاختبار بحيث تستنبط إجراءات الاختبار في مرحلة التصميم بالحسوب (CAD).

وفي حالات أخرى – وخاصة الصناعات الهندسية، يوجد توجه نحو الاختبار والتفتيش أثناء التشغيل وليس في موقع التحقق من النوعية بالقرب من نهاية عملية التشغيل، الأمر الذي يمكن معه اكتشاف الأخطاء مبكراً وتبكير إمكان إعادة تشغيل الخردة.. ويوجد لذلك عدد من المعدات مثل آلية القياس المحورية co-ordinate-measuring machinery (CMM) التي تجمع بين الدقة العالية وسرعة القياس مع التغذية العكسية بمعلومات التحكم ليس فقط لوظيفة عملية إدارة النوعية، ولكن أيضا لحواسيب التحكم التي تتولى أمر التحكم في الإنتاج.

هذا وقد تزايد أيضاً ظهور المنظومات لتدبر أمر معدات التصنيع وكذلك معايير المنتج. وهذه المنظومات تتضمن مجسات تآكل عدد القطع التي تستخدم مع آلات الورش (وهي أيضاً لها قدرة تعويضية آلية، تقلل حدوث توقف بسبب كسر العدد)، كما تتضمن منظمات تدبر أمر درجة حرارة معدات الصب بالحقن.

3-4.2.8 شبكات آلية المصنع Factory Automation Networks

للربط بين العناصر المختلفة في منظومة متكاملة، يحتاج الأمر إلى شكل من أشكال شبكات المواصلة، يختلف تبعاً لعدد المعدات التي تربط بينها الشبكة، وحجم حركة البيانات التي يحتمل أن تتدفق خلالها. ولكن بصفة عامة، يحتاج الأمر إلى شكل ما، مما يسمى شبكة منطقة محلية local area network (LAN) وهي في شكلها الأبسط، يمكن أن تتحقق بزوج من الأسلاك يمتد بين المعدات. والاحتياجات البديلة قد تتطلب شبكة أكثر تعقيداً، عالية السرعة وعالية السعة (مثل كابل ألياف بصرية) متضمنة تحكماً متقدما بحسوب.

3-4.2.9 منظومات خبيرة Expert System

يوجه البحث أيضاً نحو تزويد مشروعات آلية المصنع بقدر من الذكاء الاصطناعي، وفيها يتم التركيز على ما يسمى «منظومات خبيرة»، وفي المنظومات الخبيرة يمكن

تضمين المعرفة والخبرة اللذين عادة يشكلان إبداء الرأي بمعرفة الخبير البشري، في منظومات حسوب،وهذه المنظومات قادرة على أن تدعم اتخاذ القرار دعما محسوساً، وعلى أن تتعلم من خبرتها، مما يحسن نوعية النصيحة التي تعطيها على مر الوقت.

ومن أمثلة المنظومات الخبيرة التي بدأ استخدامها بطرق عملية تلك التي تتعلق بعملية إدارة المشروع الكبر والمعقد، وكذلك التي تتعلق بتشكيل منظومات الحسوب المعقدة لتناسب احتياجات معينة لعميل معين.

3-5 موانع انتشار تقنيات الآلية المتكاملة:

توجد عوامل تقف عائقاً أمام المنشآت في التنفيذ الناجح لفنيات الآلية المتكاملة تقع في أربعة مجموعات كالآتي:

أ - تكاليف الاستثمار وتبريرها.

ب- المشكلات التقنية.

ج- نقص المهارات والموارد في المنشآت.

د- عوامل تنظيمية.

3-5.1 تكاليف الاستثمار وتبريرها:

على الرغم من أن تكاليف التقنيات الآلية المتقدمة في انخفاض للمستوى الذي جعلها في متناول المنشآت الأصغر، إلا أنها بصفة خاصة، تنطوي على عدد من التغيرات عن المدخل التقليدي الذي تسلكه المنشآت لتبرير الاستثمار، وخاصة الحاجة إلى وجهة نظر إستراتيجية أبعد مدى للتقنية في محيط مزاولة النشاط.

وعلى ذلك فإن الموضوعات التي تتعامل مع تأثير السوق فيما يتعلق بالمرونة الزائدة، تحتاج لأن تضاف إلى الاهتمامات التقليدية للتشغيل في المصنع والمتعلقة بالسرعات الأعلى والاعتمادية الأعظم والتوفير في العمالة. وبالنسبة لكثير من المنشآت

ينطوي ذلك على تحول في موضع مسئولية اتخاذ القرار والتخطيط للآلية. إن ما كـان يعتـبر نشـاط تشغيل في المصنع ويدخل أساساً في نطـاق عمـل مهنـدس الإنتـاج، أصـبح الآن موضـوعاً يـدخل في اختصاص مجلس الإدارة، ويحتاج لأن يبدي المسئولون عـن التخطـيط الاسـتراتيجي الـرأي في شـأنه. والحاجة لمدخلات معلومات لعملية اتخاذ القرار خاصة بالتسويق وبتصميم المنتج، وكذلك بالإنتـاج – أصبحت هي الأخرى بدورها مطلوبة.

والأساس الذي يبني عليه تبرير الاستثمار يمر بتغيرات وكذلك الفنيات التي يؤسس عليها طلب التبرير، فقد تم استبدال بفنيات العائد البسيط على الاستثمار بدائل معقدة تأخذ في الاعتبار موضوعات إستراتيجية، وتحاول أن توفر أساساً منطقياً كمياً لقرارات كانت غالباً ما تتخذ على أساس الثقة لحد كبير. وفي الوقت نفسه، فإن المعيار التقليدي مثلاً – التوفير في العمالة المباشرة – أصبح تطبيقه أقل سهولة، نظراً لأن تقنيات التكامل غالباً ما تغير طريقة استخدام المنشأة لأصولها.

3-5.2 المشكلات التقنية:

توجد معظم الصعوبات في البرمجيات software وفي الفلسفات العامة للتكامل التي ينبغي أن تستخدم. إن التكامل المادي للمعدات (مثل الربط بين الروبوت وأجهزة المناولة وبين آلات الورش) هو أمر بسيط نسبياً، ولكن تكامل البرمجيات، مشكلة جعل المعدات الفردية المختلفة يتكلم بعضهما مع البعض الآخر بتعقل يشكل صعوبة رئيسية.

في الأساس توجد حاجـة لشـكل مـا مـن دليـل إشـارات مـرور للحركـة الإلكترونيـة بأكملها في المنظومة الآلية المتكاملة يقرر بوضوح قواعد المرور المختلفـة: مـن الـذي لـه الأسبقية، حدود السرعة، مناطق الانتظـار.. الـخ. الأمـر الـذي يشـكل صـعوبة كافيـة إذا كانت جميع مدخلات حركة المرور الإلكترونية المحتملة جزء من منظومة مبنية بواسطة المصنع نفسه، ولكن عمليـاً، ينبغـي أن يكـون الاحتيـاج هـو لمنظومـة مفتوحـة تسـمح

بتوصيل أي معدة من أي مورد بشبكة مصنع من أي حجم. ومثل هذا الربط بالمنظومة المفتوحة open system interconnection (OSI) يعتبر حاسماً للتكامل الناجح للبرمجيات. وبمجرد أن يتقرر هذا النمط، يمكن لمنتجي معدات الآلية أن يصمموا منتجاتهم طبقاً لذلك، ويمكن لموردي المكونات لهم أن ينتجوا القطع الخاصة المطلوبة، وتتوفر الفرصة للسوق بأكمله للتوحيد القياسي.

والحشية، بطبيعة الحال، هي أن المورد الوحيد يمكنه أن يفرض قياسيات معينة ويرغم المستخدمين لها على الارتباط بمعدات بعينها، وبذلك، يتواجد انشغال وجدال حول القياسيات التي تطبق. والمواصفات الخاصة بالربط بالمنظومة المفتوحة (OSI) تم الاتفاق عليها في منظمة القياسات الدولية في جنيف، الأمر الذي يسمح لأنواع المواصلة التي تحتاج إليها المصنع من الآلية الأساسية تصبح في مستويات عالية للتكامل في المصنع وفي خارجه.

3-5.3 نقص المهارات والموارد لدى المنشآت:

تحتاج المنظومات الآلية المتكاملة إلى موارد هامة في مجالين رئيسيين: لدعم مشروع التنفيذ، ولدعم التشغيل طويل الأجل للمنظومة. وبالنسبة للمجال الثاني، توجد مشكلة هامة تتمثل في عدم توفر المستوى المطلوب للمنتج الفني والمستويات التي تعلوه.

وكلما أصبحت المنظومات أكثر تكاملاً مادياً، وتجمع فيها عدد من العمليات غير المترابطة في خلية معقدة واحدة، فإنه لا يكون هناك فقط تحول كبير في ميزان العمالة المباشرة إلى غير المباشرة، بل أيضاً يصبح ما يتبقى من عمالة غير مباشرة مسؤولاً عن منظومات أكثر تعقيداً وتركيزاً.

والمهارات المتعددة تشكل متطلباً هاماً. إنها تجمع بين تخصصات هندسية مختلفة: معدات، برمجيات، هندسة منظمات تصنيع ومهارات مهنية مختلفة مثل الصيانة. ومع تناقص الأهمية والإقحام في العمل للعمالة المباشرة، فإن الذين يبقون ينبغي أن يكونوا

مرنين ومدربين تدريباً عالياً في صيانة الخط الأول وتشخيص الانحرافات ... الخ. والعدد المتزايد من أفراد العمالة المعاونة المباشرة ينبغي أن يكونوا ماهرين على نطاق واسع قادرين على الاستجابة لتنوع شديد من المشاكل عبر الوحدة الإنتاجية المتكاملة.

ونظراً لأن عدد المنتجين المباشرين سينقص، فإن الأمر يقتضي، لتفادي المشاكل التي ستنشأ، إعادة تنظيم الإنتاج وإعادة تقسيم الوظائف بين الإنسان والآلة بطريقة يمكن معها الاستفادة من المهارات.

ومع زيادة الاعتماد على العمالة غير المباشرة للإبقاء على مثل هذه المنظومات شغالة، مثلما في مجال الصيانة، تطرأ حاجة لدراسة نمط توفير المهارات وتطويرها. إن التكامل التقني يثير عدداً من الطلبات الجديدة بالنسبة للمهارات المطلوبة للفرد، وخاصة في مجال المرونة الأكثر والنطاق الأوسع.

وكلما صغر حجم المنشأة وأيضاً كلما تدني مستوى الخبرة في تنفيذ المشروعات الإستراتيجية الرئيسية، فإن الحاجة إلى إقحام خارجيين عن المنشأة في العمل تزداد، وعلى الرغم من أن مهندس الإنتاج قد يكون قادراً على أن يتدبر أمر إدخال آلة ورشة جديدة، إلا أن حجم المنظومة المتكاملة؛ على سيبل المثال، منظومة تصنيع مرن، يجعلها تحتاج إلى عدد من المهارات الجديدة والهامة.

وحتى وإن توفرت لدى المنشآت موارد المشروع الضرورية، فإن تشكيل المنظومات يحتاج إلى تعاون وثيق مع موردي العناصر المختلفة: المعدات، البرمجيات، منظومات المناولة... الخ. وتتركز الحاجة هنا في الجمع بين الخبرة داخل المنشأة التي تتعلق بعملية التشغيل التي ستزود بالآلية وبين الخبرة المتخصصة من جانب المورد، وكلما تصاعدت المشروعات في التكامل كلما قل احتمال أن يكون فريق التنفيذ المحلي في المنشأة كافياً، وكذلك كلما تحول النمط إلى نمط غالباً ما يتواجد في صناعات المعالجة المستمرة، وفيه يتم التنفيذ أما بفريق مشترك أو باتفاق تسليم المفتاح يتضمن عملية بدء تشغيل المشروع.

3-5.4 العوامل التنظيمية:

من المتفق عليه بصفة عامة أن التغيير التقني المطلوب لتحقيق الآلية في منظومة التصنيع المرن والمنظومات المتكاملة الأخرى، يحتاج لقدر ما من التنظيم ليمكن العمل بنجاح، كما يحتاج إلى طريقة جديدة للتفكير. وإن معظم المنافع لا تأتي من التقنية ولكن من التغيرات التنظيمية التي تضطر المنشأة لان تجريها فيما يتعلق بتطبيق التقنية.

هذا، وتختلف عناصر التحديث والتطبيق التنظيمي من منشأة لأخرى، إلا أنها تتضمن التكامل الوظيفي، التكامل الرأسي، تنظيم العمل، التكامل الاستراتيجي، الروابط داخل المنشأة.

3-5.4.1 التكامل الوظيفي Functional Integration:

إن التكامل الوظيفي أصبح ظاهرة رئيسية للتصنيع المتكامل بالحسوب، ونظراً لأن التقنية تجمع معاً أجزاء المنشأة المختلفة، فإنه يصبح من الأمور الهامة التحقق من أن مشاكل الحدود بين الإدارات تقل للحد الأدنى، وفي بعض الحالات قد يؤدي ذلك لخلق أدوار عمل أو جماعات جديدة، أما مؤقتة (جماعة لمهمة، فريق مشروع) أو مستديمة.

إن جوهر مثل هذا التكامل الوظيفي ليس التخلص من المهارات المتخصصة ولكن لتحل بشكل منسق مشكلات التصميم والإنتاج وبيع المنتجات. والقصد هو خلق صورة منظومة شاملة لعملية الإنتاج بدلاً من منظومة لها حدود ضيق كثيرة وقدر قليل من التبادل عبرها.

3-5.4.2 التكامل الرأسي Vertical integration:

يهدف التكامل الرأسي إلى تسلسل هرمي أقصر وأكثر تسطيحاً، وتفويضاً في اتخاذ القرار. وكما يحتاج تكامل التقنيات إلى تكامل وظيفي أوثق، فإنه ينطوي أيضاً على تسلسلات هرمية أقصر وتكامل رأسي أكثر في الهيكل التنظيمي. ولاستغلال الفوائد

الكاملة لمنظومة سريعة الاستجابة ومرنة، قد يكون من الضروري خلق هيكل اتخاذ قرار متصل اتصالات وثيقاً بالعمل في المصنع، وله درجة عالية من الاستقلال المفوض. واحد المداخل التي تطرق، هو أن تكون وحدات العمل شبه مستقلة، تركز ليس فقط على إمكانات الإنتاج الضرورية والدعم المصاحب لتشكيلة منتجات بعينها ولكن أيضاً على الوظائف ذات العلاقة بمزاولة النشاط وبالمالية. وهذا بدوره له عواقب بالنسبة لتدريب ومؤهلات من يقحمون في مثل هذه الوحدات. ونظراً لأن هؤلاء الأفراد هم في الواقع أعضاء في تكوين منشأة صغيرة في إطار منشأة أكبر، فإن مدى المسئوليات التي يتولونها أوسع كثيراً من مسئوليات الأخصائيين الوظيفيين.

3-5.4.3 تنظيم العمل:

في مستوى العمل في المصنع، ينطوي الأمر على تغييرات كبيرة لنمط تنظيم العمل. فإنه مع الاعتماد على جماعة قليلة من العاملين والمديرين تنشأ الحاجة للبحث عن نماذج لتنظيم الإنتاج تبتعد عن تجزئة العمل إلى أجزاء متفرقة، وعن توزيع للعمل والتحكم بواسطة أنظمة عمل من خارجه للجزاء والمكافأة. وعوضاً عن ذلك تكون هناك حاجة لاستنباط بدائل مبنية على جماعات عمل مستقلة، لها مرونة عالية وتحكم داخلي.

3-5.4.4 التكامل الاستراتيجي:

التكامل الاستراتيجي يوفق بين إستراتيجية الاستثمار الصناعي وبين الأهداف الأوسع نطاقاً لمزاولة عمل المنشأة. وتقليدياً كانت الإستراتيجية تتعلق بتقرير المنتجات التي تصنع، والأسواق التي تطرق. وفكرة إستراتيجية التصنيع أو التقنية التي تربطهما بمجال التصنيع هي فكرة جديدة نسبياً، والأمر يحتاج إليها بقدر كبير. وفي حالات كثيرة، تنفذ المنشآت تقنيات متكاملة بدون تكوين فكرة واضحة عن انسجامها مع إستراتيجية أوسع نطاقاً. فمثلاً قد يؤخذ بمنظومة تصنيع مرن بمعايير ضيقة في نطاق دائرة الإنتاج - التدفقات، السرعة، التوفير في العمالة... الخ، بدون الأخذ في الاعتبار

فوائد إستراتيجية أخرى يمكن (أو لا يمكن) أن تنشأ مثل تحسين القدرة التنافسية نتيجة لتقصير أوقات التحضير وتعظيم خفة الحركة في السوق.

3-5.4.5 التكامل الثقافي:

إن التحدي الذي يفرضه تكامل التقنيات سيحتاج إلى طرق جديدة للتفكير حول كيفية التنظيم لتحقيق أحسن استفادة من التقنيات. أن القدرة التنظيمية على استغلال التقنيات بنجاح تعتمد على مدى تفتح الثقافة السائدة للتغيير، وتقليدياً كان الإنتاج يتصف بثقافة تركيز على أشياء مثل الاستقرار والإجراء البيروقراطي (مثل عمل الأشياء بالكتاب) والتخصص وتوزيع المسئولية وهكذا. على الرغم من أن مثل هذه الثقافة كانت تقليدياً مناسبة لمتطلبات الإنتاج في بيئة مستقرة، إلا إنها أقل مناسبة في بيئة تتصف بطلبات متأرجحة في السوق، حيث تكون خفة الحركة والاستجابة والمرونة هي العوامل الهامة التي يصاحبها النجاح. وبالتالي فإنه توجد حاجة لتطوير وسائل للتحرك نحو ثقافة في الإنتاج أكثر انفتاحاً ومرونة، الأمر الذي قد يكون له أيضاً عواقب بالنسبة للهياكل والطرق والعمليات في المنشأة.

3-5.4.6 الروابط داخل المنشأة Inter-firm Links:

بالتوازي مع هذه التطويرات التنظيمية في نطاق المنشأة تحقق اقتناع تدريجي بأن عملية التصنيع تتكون من سلاسل من المنشآت والروابط وتزايد الاعتراف بأن العلاقات بين المنشآت فيما يتعلق بالتحكم في التكاليف والقيمة المضافة لها نفس الأهمية التي للمنشآت نفسها.

لذلك فإن تحديث العملية التقنية والاستثمار لا يمكن أن يؤخذا في الاعتبار على انفراد في محيط المنشآت فرادى، ولكن الاستراتيجيات ينبغي أن تطور لتأخذ في الحسبان موردي المواد والمكونات ومنظومة التوزيع.

وهناك شواهد تدل، وخاصة في صناعتي السيارات والإلكترونيات، على زيادة

الاتجاه نحو المشاورة بين موردي المكونات وعملائهم حول الاستثمار في التصميم بالحسوب (CAD).وأن العلاقة بينهما تطورت من النمط التقليدي، الذي غالباً ما كان يبني على الصراع، إلى نمط مريح يعتمد على ثقة واهتمام بالتطور المشترك يقومان على تفكير سليم.

3-6 التحديثات التنظيمية:

3-6.1 مقدمة:

بالإضافة إلى العناصر التقنية، يجد عدد من التحديثات الهامة في التنظيم وفي تسهيل العمل طريقة للانخراط في إمكانات التكامل. وكثير من التحديثات تم تطويرها في اليابان، إلا أن تطبيقها انتشر انتشاراً واسعاً، وجوهر هذه التحديثات هي فنيات تنطوي على فلسفة استخدام الموارد المتواجدة (بصفة غالبة الأفراد أنفسهم) لتوليد وتنفيذ حلولاً خلاقة لمسائل إنتاجية في سياق تحسين مستمر طويل الأجل.

3-6.2 المداخل الرئيسية:

من بين المداخل الأكثر شيوعاً والتي لها تأثير على الموضوعات التي سبق إبرازها ما يأتي:

3-6.2.1 في الوقت بالضبط Just-in-time:

توفر هذه المنظومة (JIT) الفرصة لتقليل أحجام دفعات التشغيل والمخزون المتعلق بالتوريدات وبما هو تحت التشغيل، نتيجة لأن التوريد وتنقل القطع تحت التشغيل يتمان في الوقت بالضبط وفي المكان المطلوب بالضبط. إنها تنزل بالمسئولية عن النوعية والتصميم وعملية الإنتاج إلى ورش المصنع shop floor.

أ- الأهـداف:

- التوريدات من الموردين تصل في الوقت بالضبط لتستخدم في المصنع بحيث تنتفي الحاجة إلى الاحتفاظ بمستويات عالية للمخزون.
- كل مرحلة إنتاج تنتج الكمية الكافية بالضبط، وفي الوقت بالضبط الذي تبدأ فيه المرحلة التالية، وبذلك يحتفظ بمخزون القطع تحت التشغيل في أقل مستوى ممكن.
- المنتجات تنتج في الوقت بالضبط ليستخدمها العميل، بحيث تنتفي الحاجة للاحتفاظ بمخزون من المنتجات التامة.

ب- الوسائل:

- تحقيق تدفق سلس خلال المصنع.
- تحقيق الانسياب والتبسيط لجميع عمليات التشغيل والمعالجة لتعظيم التدفق.
- تقليل تعطيل وتوقف الآلات للحد الأدنى.
- تطبيق التحكم في النوعية على عمليات التشغيل والمعالجة في كل مرحلة من مراحل الإنتاج بدلاً من التحكم بعد العملية الأخيرة، بحيث يتم التخلص من التوقفات نتيجة للمرفوض بسبب النوعية.

والفوائد التي تنجم عن هذه التغييرات تشمل وفورات في حيز العمل، تقليل في المخرد، تقليل وقت التحضير للتصنيع lead time، زيادة تحفيز العاملين.

ومن الواضح أن هذه المنظومة تناسب جيداً المنتجات قليلة التنوع، بيد إنها أيضاً توفر مرونة، فيما يتعلق بالتحكم في وقت الضبط time set up لتغيير الآلات والعدد والمواد، لتصنيع منتجات جديدة أو مختلفة. وهدف منظومات في الوقت بالضبط هو تحقيق العمل اقتصادياً بحجم مقبول لدفعة تشغيل جديدة. وفي ذلك تحدياً للنظريات المحافظة بالنسبة للعدد الذي تتكون منه الكمية الاقتصادية. وعلى ذلك فإن هذه المنظومة تشكل مدخلاً عاماً أكثر من اعتبارها تستهدف نتيجة فنية مفردة.

ج- النقاط الأساسية في إدخال برنامج «في الوقت بالضبط»

1- تقليل أوقات ضبط الآلات وتثبيت العدد:

للحصول على تدفق سلسل في مصنع متعدد المنتجات فإنه من الضروري إيجاد وسائل لتقليل فترات التوقف لإعادة ضبط الآلات والعدد. وفي هذه المنظومة يتم تحقيق ذلك بعدة وسائل هي:

- تقليل الأوقات نفسها.
- تبسيط تسلسل العمليات.
- توحيد قياسي للمنتجات (standardization) والمثبتات الخاصة بها، ليس بتقليل تنوع المنتجات، ولكن بترشيد بدائل المجموعات في مجموعات لها خصائص متشابهة تنعكس في عمليات تشغيل مشتركة، وتحتاج لأقل قدر من إعادة ضبط الآلة.
- استخدام مثبتات موحدة قياساً ومنمطة بحيث يمكن تقديم المنتجات المختلفة للآلات بطريقة موحدة، الأمر الذي يقلل الحاجة إلى أعمال الضبط المتعلقة بوضع المشغولات بالنسبة للآلة.
- الاستفادة من معرفة المنتجين وأفراد الصيانة المحليين في تحسين العمليات وانتظام تسلسلها.

وينبغي التنويه بأن تقليل وقت الضبط لا يتحقق بين يوم وليلة. إن التحسين يستمر على مدى سنوات مع زيادة المرونة والإنتاجية. وبمجرد تقليل أوقات الضبط يبدأ العمل بدفعات أصغر وبتدفق سلس للإنتاج في محيط إنتاج بالدفعات، الأمر الذي يترتب عليه الحصول على وفورات تقليل المخزون (بسبب تقليل أوقات الاصطفاف والانتظار بين العمليات) والانتفاع الأفضل بالمساحة المتاحة في المصنع.

2- استخدام المنتجين المتعددي الوظيفة:

- تشجع استخدام العمليات التي تتطلب مهارات عالية ومرونة، والعمل على توجيـه

المنتجين لاكتساب المهارة اللازمة لأداء العملية، وللقيام في الوقت نفسه بواجبات التحكم في النوعية والصيانة، وبإعادة هذه المسئوليات في التنظيم الحديث إلى المنتج المباشر يتم إعادة تكامل عمليات النوعية والصيانة للمهمة العامة للإنتاج، مما يترتب عليه أن تقل التوقفات بسبب النوعية المتدنية أو تعطل الآلات، الأمر الذي يساهم في التدفق السلس للإنتاج.

- تدريب المنتجين على عمليات الإنتاج والنوعية والصيانة وهو أمر على قدر كبير من الأهمية لنجاح منظومة في الوقت بالضبط.

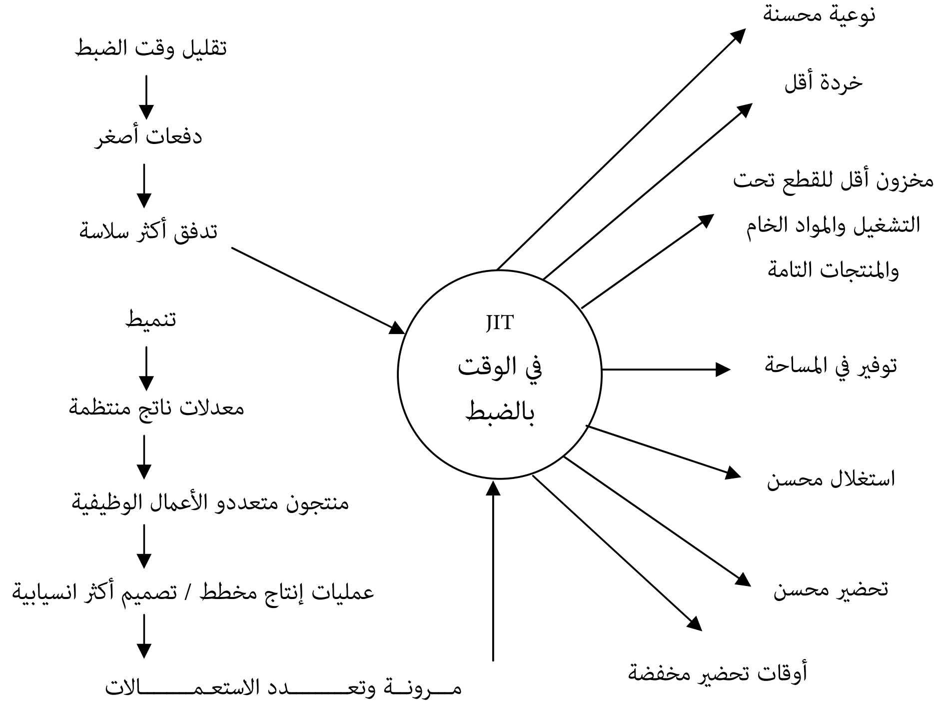
- تحقيق قدر كبيراً من التبادلية والمرونة في خط سير الإنتاج بالمصنع وتشكيلة المنتجات، والمرونة في حجم الإنتاج، والمرونة في مواجهة غياب الأفراد أو تعطل الآلات، وذلك نتيجة لاستخدام المنتجين متعددي الوظيفة في خطط الإنتاج بالمصنع بعد تعديلها لتناسب الانسياب والتدفق السلس وتحقيق العمليات المشتركة.

3- معدلات ناتج منتظمة:

- التركيز على معدل الناتج وليس حجم الإنتاج، وإبراز الحاجة مرة أخرى إلى القدرة على التوقع والتدفق السلس. وذلك عن طريق توحيد القياس Standardization ، ليس في التنوع النهائي للعميل ولكن في عناصر عملية التصنيع، التي يمكن التحكم فيها (المثبتات، مجموعة المنتج، خطوط سير العمليات ...الخ). وهذا التوحيد في القياس يساعد على تحقيق خط موازنة حتى بالنسبة لإنتاج الحجم القليل. والتدفق السلس الذي يترتب على ذلك يخفض مستويات المخزون التي يحتفظ بها لعملية الإنتاج الكلية، بينما يحتفظ بأوقات التحضير للإنتاج عند الحد الأدنى.

- هذا ويجدر التنويه بأن إدخال منظومة «في الوقت بالضبط» ليس عملية سهلة، إذ أن الشواهد تبين أن تنفيذها بنجاح يحتاج إلى تغيير رئيسي للثقافة العامة في المنشأة.

والشكل الآتي يبين عناصر منظومة في الوقت بالضبط.



شكل 4-3 عناصر منظومة «في الوقت بالضبط»

- ويلاحظ أن فوائد في الوقت بالضبط تشكل حلولاً لكثير من مشكلات التصنيع، الأمر الذي يدعو للنظر إلى أن المنظومات مثل «في الوقت بالضبط» تعتبر على الأقل، مكملة للتصنيع المتكامل بالحسوب كوسائل للتعامل مع هذه المشكلات. كما أن لها ميزة بما تنطوي عليه من استثمار قليل لرأس المال نظراً لأنها في الأساس تحديثات تنظيمية. وهذا لا يعني أن تطبيقها سهلاً، فإن الشواهد تبين أن تنفيذ برامج «في الوقت بالضبط» ناجحة يتطلب تغييراً كليا في الثقافة الكلية في المنشأة. إن «في الوقت بالضبط» هي فلسفة حول حل مشكلات في المنشآت، على أساس إظهار

هذه المشكلات ومحاولة استنباط حلولاً خلاقة باستخدام جميع المهارات والخبرات لمختلف العاملين المعنيين.

3-6.2.2 تحكم نوعية كلي أو تصنيع عيوب صفر:

هذه المنظومة هي أيضاً فلسفة عامة وليست فنية منفردة:

أ- الغرض:

إعادة مسئوليات النوعية إلى العاملين في المصنع وجعلها جزء من عملية الإنتاج وليس نشاطاً غير مباشر.

والتعامل عند المصدر بالنسبة للمشاكل التي تؤدي إلى صعوبات تتعلق بالنوعية، مثل ورود مواد معيبة، وليس عن طريق التفتيش والتخريد وإعادة التشغيل وهي الوسائل التي تدور حول معالجة الظواهر.

إن الهدف هو القدرة على ضمان عيوب صفر في الإنتاج وبذلك تتحقق تأمين توعية 100% للعملاء في اليابان. كثير من المصانع يمكنها أن تتحدث عن مشاكل النوعية على أساس جزء من المليون.

ب- الأفكار الرئيسية خلف تحكم نوعية كلي:

- المحافظة على أن يكون العمل صحيحاً منذ البداية بالتحكم في النوعية خلال عملية التصنيع.
- جعل النوعية سهلة الرؤية.
- إعطاء قيمة للنوعية أكبر من حجم الإنتاج.
- أعطاء مسئولية النوعية للفرد ولكن مع الاحتفاظ بسلطة إيقاف الإنتاج عند الضرورة إلى أن يتم حل مشكلة النوعية التي تطرأ.
- الفرد هو الذي يصحح أخطاءه.

- استهداف فحص 100% بدلاً من الاعتماد على عينات إحصائية.
- التركيز على زيادة التحسين تدريجياً على أساس مشروع بمشروع.

ج- أدوات تحكم نوعية كلي:

تتضمن فنيات قياس وتفتيش متنوعة مصممة للتعرف على مشاكل النوعية في مرحلة مبكرة ومن بين هذه الفنيات، اثنتان لهما أهمية خاصة هما:

- **التحكم في عملية التصنيع إحصائياً Statistical Process Control (SPC):** وهي تستخدم وسائل لتأمين أن النوعية يتم التحكم فيها في كل مرحلة في عملية التصنيع فإذا بدأت في الانحراف، وخرجت عن الحدود المقررة، يتم ضبط العملية لتعود لخطها الصحيح.
- **دوائر النوعية Quality Circles:** وهي في الأساس مجموعات حل مشكلة تركز جهودها على مشروع ثم مشروع لتحسين المشاكل التي تتعلق بالنوعية. والغرض منها مماثل للغرض من منظومة في الوقت بالضبط. وهو ترويض المهارة والخبرة والإقحام بالنسبة لهؤلاء المعنيين مباشرة بالإنتاج، لتحسين النوعية في نطاق عملية الإنتاج بأكملها.

3-6.2.3 تقنية المجموعة Group Technology :

إن تقنية المجموعة هي مدخل هام آخر لتحقيق مزيد من المرونة وخفة الحركة في التصنيع. وهي تجميع المنتجات في مجموعات (أسر families) ومعها المعدات التي تصنعها بحيث يتم تصنيع كل مجموعة في المكان نفسه، بدلاً من فكرة خط التدفق التقليدي التي يجمع أنواعاً مختلفة من تقنية العمليات بعضها مع البعض الآخر، وهذه المداخل تناسب الدفعة الصغيرة والعمل كثير التنوع، وأيضاً تساعد على تقليل تعقيد مخطط المصنع.

وفكرة المصانع المصغرة mini-factories داخل المصنع الأكبر هي امتداد لنظرية تقنية المجموعة. ففي هذه المصانع المصغرة تجمع معاً جميع المدخلات الضرورية للإنتاج الخاص بأسرة منتجات، متضمنة النواحي الوظيفية المعاونة، مثل تدبر أمر النوعية، الشراء والمخازن، التصميم، الصيانة، وحتى التسويق. والنتيجة هي أنه بالنسبة لجميع الرغبات والأغراض، يعمل المصنع المصغر كمصنع عادي صغير ينتج مدى معين من المنتجات.

3-6.2.4 مداخل أخرى للتحديثات التنظيمية:

3-6.2.4.1 التصميم للتصنيع:

وفيه يتم تصميم المنتجات تصميماً معيناً بالمشاورة مع التصنيع (والإدارات الوظيفية المعاونة الأخرى) للتقليل للحد الأدنى لنطاق العمليات التي تؤدي وعددها وتعقيدها. وذلك لتقليل وقت التحضير لمنتجات الجديدة والمعدلة وزيادة الإنتاجية (نظراً لأن تدفقات الإنتاج تزيد نتيجة لأن عمليات الإنتاج المعقدة التي ستؤدي تقل) وتحسين النوعية، ونقص الخردة.

3-6.2.4.2 صيانة وقائية كلية Total Preventive Maintenance (TPM)

في برنامج الصيانة الوقائية الكلية يتم التضحية بوقت إنتاج (الوردية الثالثة على سبيل المثال) ويخصص لبرنامج مكثف للصيانة الوقائية. وتبين الشواهد أن تكاليف الفقد في الناتج يستعوض بزيادة إتاحة المعدات خلال دورات الإنتاج المتبقية، وبالتحسينات في أرقام استخدام المصنع ككل.

3-6.2.4.3 مجموعات عمل شبه مستقلة:

هي في جوهرها، محاولات لتطوير شكل ما لعمل المجموعة تعطي فيه لأعضاء المجموعة مسئولية عن معظم نواحي الإنتاج (مثل تنظيم العمل ومعدلات الناتج والنوعية). وبذلك يتحملوا كثيراً من المسئولية العامة، ونظراً لأن العمل بهذه المجموعات يزيد من

تحفيز الأفراد، فإنها يمكن أن تزيد المرونة زيادة كبيرة، حتى في قطاعات الحجم الكبيرة نسبياً مثل إنتاج السلع الرأسمالية أو سيارات الركوب.

3-6.2.4.4 عملية إدارة التعامل مع المورد:

وفيها تتغير العلاقات بين الموردين والمصنعين من علاقات تحفيزية تقليدية (فيها السعر هو العامل الوحيد المحدد) إلى علاقات تعاونية (تكون فيها النوعية والتسليم والتقنية عناصر هامة لعلاقة طويلة الأجل للتعاون المشترك).

3-6.3 فوائد التحديث التنظيمي:

3-6.3.1 مقدمـة :

إن التغيير التنظيمي حيوي لدعم التوجيه نحو التكامل والآلية. وتقنيات التكامل تعمل بكفاءة فقط في التنظيمات المتكاملة. ويتضح من بعض الدراسات أن 50، 60، 70 وحتى 90% من منافع تقنية التصنيع الآلي AMT لا تتحقق من التغيرات التقنية بل من التغييرات التنظيمية. وليس في ذلك ما يدعو للدهشة. فمثلا لا جدوى من إنفاق مبلغ كبير على منظومة تصنيع مرن لإكساب المنشأة مرونة أعظم للاستجابة بسرعة للتغييرات في السوق، إذا ظل هيكل اتخاذ القرار المتعلق بالتسويق والإنتاج جامداً وبطيئاً وغير متطور.

وكذلك لا معنى لإنفاق مبلغ كبير على منظومة تصميم بحسوب/ تصنيع بحسوب متكاملة، تسمح للبيانات بأن تنتقل مباشرة من التصميم للتحكم في آلات التصنيع، إذا ظلت المجالات الوظيفية للتصميم والتصنيع منفصلة وتعمل في ظل إمكانات اتصال متواضعة.

إن التحديثات تتعلق أساساً بإيجاد بدائل للأنماط التقليدية التي تقررت في الجزء الأول من القرن العشرين، وهي حقيقة تنطبق على التغييرات التنظيمية مثلما تنطبق على التغييرات التقنية بالضبط.

3-6.3.2 أمثلـة:

وفيما يلي أمثلة لذلك:

مثال (1):

في مصنع للطلمبات الصغيرة لمحركات ديزل سجلت الفوائد الآتية بعد برنامج تحديث:

المجال	قبل	بعد
أوقات التدبير	10 أيام	يوم واحد
وحدات تحت التشغيل	15.000	1000
مرفوض	%3	%1
دوران المخزن/ سنة	25	200
التكاليف		أقل 10%

وهذا المصنع أنتج 54000 طلمبة/ شهر. وتم استرداد الاستثمار في 9 شهور وقد تحقق ذلك نتيجة لإدخال منظومة في الوقت بالضبط كبديل تنظيمي للطريقة التقليدية لتنظيم الإنتاج. وقد تم ابتداع وتنفيذ البرنامج بفريق صغير من 8 أفراد في مكان العمل معتمدين على معرفتهم المحلية عن كيفية تحسين العمل.وكان الاستثمار الرئيسي في حزمة برمجيات تسمى «تقنية إنتاج معظم» مكنت من حساب أحسن طريقة لتنفيذ منظومة في الوقت بالضبط لتحاشي نقط الاختناق في المصنع.

مثال (2):

المجال	قبل	بعد
الوقت الكلي	25 يوم	2 يوم
دورة المخزون/ سنة	5	30
تسليمات متأخرة	%40	%2
تكلفة مخزون (جنيه إنجليزي)	10 مليون	2 مليون
ساعات (جميع الموظفين) للوحدة	330	200
إعادة التشغيل	%6	%1

إن هذه المنافع تحققت نتيجة للجمع بين تحديثات تنظيمية وتقنية تصنيع ثبتت جدواها وهما في الوقت بالضبط وتحكم نوعية كلي، واستبدال بآلات قديمة آلات ورش ذات تحكم رقمي بحسوب، ولكن ليس في تشكيل متكامل.

مثال (3): **مصنع ينتج موانع اهتزاز زادت إنتاجيته بأكثر من 25% على مدى 6 سنوات تحققت خلالها الزيارات الآتية:**

	1981	1986
الخردة	%0.43	%0.23
مردودات العميل/ 100 وحدة مباعة	%0.46	%0.11
إنتاجية العمالة وحدات نمطية منتجة/ رجل ساعة	6.44	8.32

وقد نتجت جميع هذه الفوائد عن تغييرات تنظيمية مصحوبة بجماعات تحسين إنتاجية. وذلك بدون إنفاق استثماري وفي بلد نامي فنزويلا.

ويتضح من هذه الأمثلة إنه يمكن تحقيق تحسينات عظيمة في مثل هذه الحالات بدون الدخول مباشرة إلى التصنيع المتكامل بالحسوب CIM، ويمكن أن تحدث في أي

بلد، والمبادئ التي تحكمها تناسب أحوال البلدان النامية بصفة خاصة. وهي ليست فنيات جـاهزة للعمل فوراً ولكنها فلسفات عامة لتنظـيم وإدارة الإنتـاج. وإن هـذه الخيـارات المتناميـة لمواجهـة النواحي المختلفة لعمليـة إدارة الإنتـاج ينبغـي أن تكـون جـزء مـن مـدخل شـامل - سياسـة تغيـير تنظيمي لتحقيق الانسيابية والبساطة والتكامل للطريقة التي بها تصمم الأشياء وتصنع.

والعامل الأساسي في مثل هذه المداخل هو التركيز على رأس المال البشري وليس التقني. إن تحسينات في نوعية الإنتاج وفي الإنتاجية يمكن أن تتحقق من استثمارات بسيطة نسبياً وغير مكلفة على أساس الأفراد وليس التقنية.

والفلسفة التي تقوم عليها هي إظهار نواحي عدم الكفاءة في العمليات والممارسات الجارية للمنشأة والتخلص من الخطوات التي لا تضيف قيمة إلى المنتج.

و «في الوقت بالضبط» لا تحتاج إلا إلى أنفاق رأسمالي قليل نسبياً (حوالي 10% من الإنفاق في حالة منظومة تصنيع مرن). وتحقق منافع جيدة: إمكان تخفيض تكلفة الإنتاج من 50 إلى 80% من التكلفة في حالة منظومة تصنيع مرن. وكذلك نفس النسبة في وقت التدبر time lead، وفي تحسين النوعية. وتكاليف الإنتاج الإضافية فيها أقل. وتتساوى مع التكاليف، في حالة منظومة تصنيع مرن بالسبة للتحسين في إرضاء العميل.

وإن الهدف النهائي من «في الوقت بالضبط» سيكون الآلية ولكن على أساس تدريجي.

إن أهم مشكلة تواجه الصناعة هي تدني الإنتاجية. ومنظومات التحديث التنظيمي تهتم بمشكلة الإنتاجية عن طريق تقليل الفقد بتقليل المخزون وتقليل الوقت وتعظيم النوعية. وتوجد أدلة قوية على أن الصناعة اليابانية اكتسبت قوتها التنافسية عن طريق هذه التحديثات أكثر مما اكتسبتها عن طريق استثمارات في تقنية صناعية متقدمة.

3-6.4 التغيير المتكامل التنظيمي والتقني :

إن استنباط إستراتيجية لتصنيع متكامل بالحسوب يمكن أن يأخذ مسارين. واحد ينطوي على ما يمكن أن يسمى مركزي فني «techno - centric» وهو يقيم جزراً للآلية المبنية على التقنية المتقدمة، ويعمل تدريجياً على الربط بينها في «قارة» هي مصنع المستقبل. والمشكلات يتم استيعابها على أنها مالية وتقنية. والاعتقاد الغالب هو أنه إذا تم توجيه موارد كافية إلى المشكلة فسيتم حلها.

والمسار البديل يمكن أن يسمى « مركزي تنظيمي» «organo - centric» وفيه تأتي التغييرات التنظيمية والمتعلقة بعملية الإدارة أولا. و النمط الخاص به يتبع بشكل تقريبي الوصفة «تبسيط تكامل بالحسوب». وينطوي هذا المسار على مدخل زيادة تدريجية مبنية على مخاطرة قليلة، وتغييرات تنظيمية ذات عائد عالي. تتحول تدريجياً إلى تغييرات تقنية ذات مخاطرة أعلى، مثل التصميم بالحسوب/ التصنيع بالحسوب، والتصنيع المتكامل. وهذا المدخل ليس سهلاً ويستغرق وقتاً لإرساء الفنيات الخاصة به مثل «في الوقت بالضبط» و «تحكم النوعية الكامل» وهذه التقنيات تتم من خلال تحليل مكلف وتحتاج لوقت وبرنامج تحسين يمتد لسنوات عديدة، ولكنه يحقق تطلعاً لأن يطور في النهاية منظمة أكثر تكاملاً.

وأخيراً فإن تنافسية التصنيع تعتمد على قدرة المنشآت على أن تستغل تقنية التصنيع المتكامل بالحسوب في نطاق تنظيم متكامل.

وميزة إتباع المسار التنظيمي المركزي هي أنه ينطوي على تكاليف ومخاطرة أقل ويمكن أن يخطط له مقدماً.

أما مسار التقنية أولاً فإنه يعاني من صعوبة رئيسية وهي أنه مهما أنفق فيه من مال أو أدخل فيه من تقنية، فإنه سوف لا يعمل إلا إذا كان التنظيم هو التنظيم الصحيح لدعمه.

هذا، وقد كان المتعارف عليه بشكل عام أن المدخل التنظيمي المركزي في الممارسة اليابانية يتبع مساراً مبنياً على تكامل تنظيمي يتبعه تكامل تقني. أما المداخل الغربية فإن كثيراً منها يحاول على العكس أن تتحرك نحو التكامل التقني وتأمل أن يتبعه تكامل تنظيمي.

3-6.5 الانضمام تدريجياً نحو التصنيع المتكامل بالحسوب:

بالرجوع إلى شكل (3-1)، يتبين من النظر إلى كل مستوى من المستويات الستة للآلية في ضوء تأثيره على كل دائرة من دوائر التصنيع الثلاثة: التصميم والتحضير للإنتاج، الإنتاج. التسويق كيف يتم الانضمام تدريجياً إلى التصنيع المتكامل بالحسوب.

المستوى (1) وسائل تحكم فردية على وحدة من وحدات معدات الإنتاج:

أ- التصميم:

التصميم بالحسوب CAD على أساس أن كل وسيلة تحكم قائمة بذاتها وهو لا يطبق غالباً ألا على أعمال الرسم وليس على أعمال التصميم بالكامل (وهذا التطبيق يمكن أن يتحقق بصورة مرضية باستخدام حسوب شخصي منخفض التكلفة). وكذلك يمكن تحقيق آلية التخطيط السابق للإنتاج في مستوى منخفض وبقدر قليل من التكامل كبرنامج منفصل ينفذ بحسوب مصغر.

ب- الإنتاج:

إن وحدات معدات الإنتاج مثل الآلات، الأوعية وأجهزة المناولة، يمكن تدبر أمرها أو التحكم المباشر فيها باستخدام وسائل تحكم منفصلة، إلا أن مدى تأثيرها محدود بآلة واحدة ومجموعة عمليات.

ج- التنسيق:

أيضاً، ينطوي التنسيق على تطبيقات قائمة بذاتها، ربما بواسطة حسوب مصغر

لتدبر أمر وظائف منفصلة مثل رقابة المخزون أو برمجة الإنتاج. وذلك بدون تبادل معلومات بين هذه البرامج.

المستوى (2) مركز عمل Work stations خلايا cells

أ- التصميم:

ينطوي هذا المستوى على تكامل جميع أنشطة التصميم من الفكرة، ومروراً بالرسم التفصيلي والحسابات الهندسية، إلى استنباط معلومات تخطيط الإنتاج، وذلك في نطاق منظومة واحدة. وهذه المنظومة ربما تكون مركزاً كبيراً قائما بذاته أو منظومة مبنية على حسوب مصغر (على الرغم من أنه بالنسبة لمجالات التصميم الأصغر، فإن المنظومات المتاحة المبنية على الحسوب الشخصي أصبحت تعطي الآن مساندة في هذا المستوى).

ب- الإنتاج:

ينطوي هذا المستوى للتكامل على الربط معاً لمنظومات تدبر الأمر والتحكم المصاحبة لمنتج معين. ومثال ذلك خلية التحكم الرقمي المباشر لآلات الورش وأجهزة المناورة المصاحبة لمنتج معين، أو لمصنع كيماوي كامل. وهذه المنظومات تغطي بشكل متكامل جميع عمليات تحضير المواد والمعالجة المصاحبة لمنتج أو لعدد من المنتجات المتشابهة.

ج- التنسيق:

هذا المستوى للتكامل ينطوي على الجمع معاً للبيانات من مناطق مختلفة في المصنع لأداء سلسلة من المهام. ومثال ذلك «تخطيط الاحتياجات من المواد MRP» الذي يحقق تكامل بيانات مستويات المخزون، أوامر الشراء والتشغيل، تخطيط السعة الإنتاجية والتخطيط العام للإنتاج.

المستوى (3) وحدات تصنيع ذات تكامل جزئي مثل التصميم بالحسوب/ التشغيل بالحسوب

Manufacturing units with partial integration e.g. CAD/CAM

هذا المستوى يربط بين التصميم والتصنيع والتنسيق.

أ- التصميم:

يتم ربط منظومة تصميم بالحسوب CAD بمنظومات تشغيل بالحسوب CAM، بواسطة (على سبيل المثال) التزويد بمعلومات تحكم خاصة بآلات تحكم رقمي بالحسوب مباشرة من قاعدة بيانات تصميم، وليس عن طريق وظيفة برمجة منفصلة. وأيضاً تعمل ترابطات مع منظومة التنسيق بواسطة الاستنباط الآلي لقوائم الأجزاء وفواتير المواد التي يمكن أن تستخدم كمصدر بيانات منظومة تخطيط احتياجات مواد MRP.

وهناك عنصر آخر هو استخدام نماذج مخطط layout models للمساعدة في الجدولة المثلى للإنتاج، التي أيضاً تجمع بين وظيفتي التصميم والتنسيق.

ب- التصنيع:

تعمل روابط بين التصميم، ومع التنسيق كما سبق بيانه. فمثلاً يتم تدبر الأمر باستمرار بالنسبة للأداء وحالة العمل في المصنع عن طريق منظومة جمع بيانات العمل في المصنع. وهذه المعلومات تستخدم كمدخلات لمنظومة التخطيط والجدولة. وكلما كانت المعلومات أكثر حداثة، كلما أمكن للمصنع أن يحقق إنتاجاً أقرب للإنتاج الأمثل. وكذلك يمكن ربط منظومة التصنيع المرن، التي تعمل على تحقيق أقل أوقات ضبط ممكنة واستخدام عالي للآلات، وذلك بمنظومة التنسيق لتأمين الاستخدام لمنظومات النقل والتخزين.

ج- التنسيق:

أن يتم التنسيق مع التصميم والتصنيع بواسطة الروابط المذكورة في (أ) و (ب).

المستوى (4) تكامل كامل بين منظومات التصنيع

في هذا المستوى يكون التكامل بين دوائر التصنيع في المصنع كاملاً، وتتدفق المعلومات بحرية بين المكونات المختلفة لمنظومة التصنيع المتكامل بالحسوب الكلية. ويتم استنباط معلومات المنتج بواسطة منظومة التصميم بالحسوب، مما يوفر قاعدة معلومات مشتركة يمكن أن تسحب منها جميع المنظومات الأخرى.

ويتم تشغيل العملية بواسطة منظومة التنسيق.

المستوى (5) تكامل منظومات مزاولة الأعمال والتصنيع في نطاق المنشأة:

في هذا المستوى يتم ربط منظومات التصنيع المتكاملة نفسها مع منظومات معلومات مزاولة الأعمال والأعمال المالية، بحيث يمكن الجمع بين التسويق، التسعير، الإنتاج والمعلومات الأخرى مع الإنتاج المتاح وبيانات التصميم وغيرها.

المستوى (6) التكامل مع خارج المنشأة؛ مع المردين والموزعين:

وفي هذا المستوى يتواجد الترابط بين المنشآت، بحيث يصبح عبور الحدود سهلاً بالنسبة للإمداد والتوزيع. فعلى سبيل المثال منظومات التصميم بالحسوب تتبادل البيانات بعضها مع البعض الآخر بالنسبة لتطوير منتج مشترك أو تطوير مكونات. ومنظومات التسويق والتوزيع تترابط لتأمين تدفق سريع للمعلومات والأوامر. والشراء يمكن أن يتم على أساس مبادئ «في الوقت بالضبط» بسبب النوعية الأعلى وإمكانات التبادل المباشر للمعلومات وتوفيرها.

3-7 استراتيجيات التصنيع المتكامل بالحسوب:

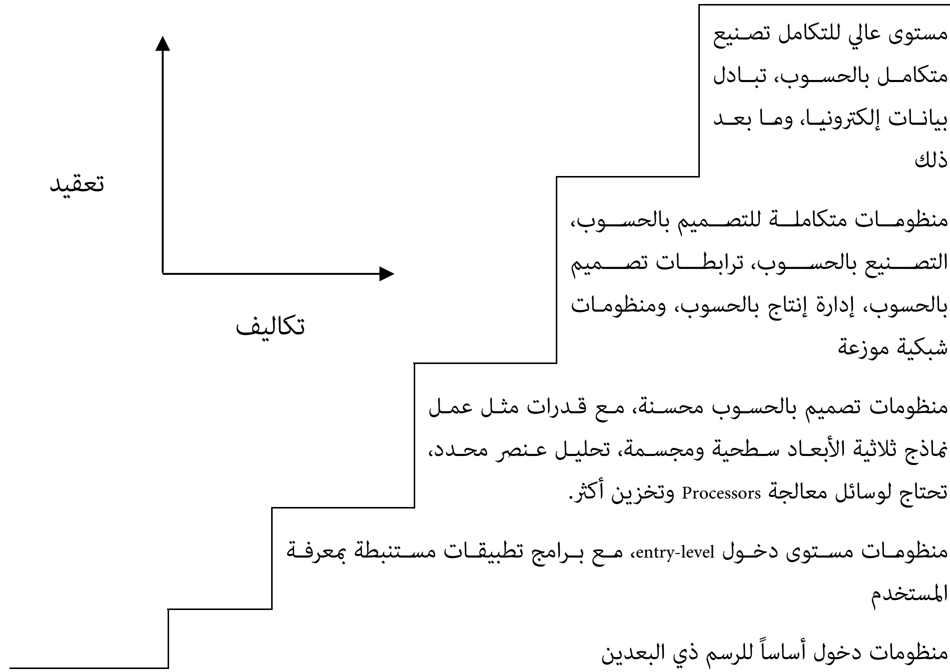
3-7.1 التحويل تدريجياً للتصنيع المتكامل بالحسوب مقابل التحول في خطوة واحدة:

إن التقدم في خطوة واحدة نحو تصنيع متكامل بالحسوب يمكن أن ينظر إليـه عـلى

أنه عملية طويلة الأجل، جزء من إستراتيجية تدريجية، وليس شيئاً ينبغي أن يجري في خطوة واحدة، الأمر الذي يوفر الفرصة لتعليم النواحي التنظيمية واكتساب المهارات والمحافظة على مستوى الاستثمار المطلوب وتقليل المخاطرة في المراحل الأولى.

ونمط التطوير عن طريق المراحل التدريجية ينطبق على جميع مجالات التصنيع نظراً لأنها تظل تتقارب نحو تصنيع متكامل بالحسوب بالكامل ويستمر خارج المنشأة مع الجهات التي تتعامل معها.

ويبين الشكل المراحل الخاصة بالتصميم بالحسوب.



شكل (3-5) **مراحل الخبرة في التصميم بالحسوب**

3-7.2 إستراتيجية عامة للتصنيع المتكامل بالحسوب:

يتضح مما تقدم أن العواقب الإستراتيجية الكاملة للتصنيع المتكامل بالحسوب ينبغي أن تقدر حق قدرها. إن الدخول في هذا الميدان التقني ليس سهلاً ولا ينظر إليه على انه استثمار قصير الأجل في قطعة واحدة أو اثنتين من المعدات. إن التصنيع المتكامل بالحسوب فلسفة بعيدة المدى تنطوي على مكونات تقنية وتنظيمية ينبغي أن تترابط بدقة لتوفر دعماً لمزاولة الأعمال بأكملها.

وفيما يلي ملخصاً لإستراتيجية تصنيع متكامل بالحسوب.

المرحلة	الإجراء
1- تعريف إستراتيجية مزاولة العمل	• تحليل السوق. • تحليل المنافسين. • تخطيط مزاولة العمل.
2- إجراء مراجعة مالية لموارد التصنيع	• مراجعة جميع العمليات الجارية. • تحليل توزيع التكلفة. • مراجعة الفرصة.
3- إعداد إستراتيجية عريضة للتصنيع المتكامل بالحسوب	• استكشاف الخيارات (متضمنة التحديثات التنظيمية). • تخطيط الأسبقيات/ التسلسل
4- التعرف على التخطيط العام للتصنيع المتكامل بالحسوب.	• توصيف المعدات. • توصيف الاتصالات. • توصيف الهيكل التحتي.
5- تخطيط المشروع	• تعريف المهام (الواجبات). • تخصيص المسئوليات. • تعريف الروابط بين المشروعات.

المرحلة	الإجراء
6- التنفيـذ	• الموارد • التوقيت • وسائل التحكم • التطوير التنظيمي
7- استمرار المراجعة وتدبر الأمور	

جدول (3-1) ملخص إستراتيجية التصنيع المتكامل بالحسوب

3-7.3 الصعوبات بالنسبة للبلدان النامية:

كان على المنشآت في البلدان النامية (وفي كثير من البلدان المتقدمة) أن تتغلب على كثير من الصعوبات في تحولها عن التطبيقات غير المترابطة للآلية المبرمجة، واتجاهها نحو الحلول المتكاملة. وهذه الصعوبات تتضمن مشاكل التكلفة العالية ونقص التقنيات المناسبة (أو غالباً، نقص التقنية ذات التشكيل والتعبئة المناسبين) وسوق الطلب الذي كان في سبيله للنضج.

ولهذا السبب يثار الجدل حول ما إذا كان على الشركات المحدودة الموارد والخبرة، التي غالباً ما كانت توجد في البلدان النامية، إن تركز بالنسبة للمستوى التقني على تطبيقات الآلية القابلة للبرمجة التي بثبت جدواها (مثل الآلات ذات التحكم الرقمي بالحسوب، التصميم بالحسوب المنخفض التكلفة، مساعدات عملية إدارة الإنتاج المنخفضة التكلفة ووسائل التحكم الأساسية بالمعالج الدقيق basic microprocessor controls لعمليات المعالجة والتشغيل، وعلى استخدام هذه التطبيقات لتعزيز المرونة والنوعية والإنتاجية.

وفي بعض الحالات أثبتت التقنيات أهميتها في التخلص من كثير من نقط الاختناق

في الإنتاج، وفي التوفير في الموارد الطبيعية والطاقة، وفي تعويض النقص في مهارات معنية. أما بالنسبة للمدى البعيد ، فقد أتضح أنه من الضروري أن تتبنى منشآت في عدد كبير من البلدان النامية بعض التقنيات التي أولاً تساعدها على أن تتقدم وفقاً لمنحى التعليم. وثانياً، تساعدها على تطوير القدرات المحلية في تحديد التطبيقات الأكثر مناسبة، وبذلك تساهم في تطوير القدرات التقنية الوطنية.

بيد أن تبني هذه التقنيات قد يترتب عليه تكاليف اجتماعية. إن احتياجات المهارة ومستويات الأفراد العاملين تتغير، وتبني تقنية في أي محيط ينبغي أن يأخذ في الحسبان كلاً من احتياجات السوق والتكاليف الاجتماعية.

وفي الوقت نفسه، ينبغي الاهتمام بمدى التحديثات التنظيمية التي قد تكون أكثر مناسبة للأحوال المقيدة لكثير من المصنعين في البلدان النامية. ومساهمة مثل هذه التحديثات، التي تحتاج أساساً إلى استثمار في التدريب وإعادة التنظيم يمكن أن تكون كبيرة، وخاصة في التعامل مع بعض المشاكل الأساسية التي تواجه مصنعي البلدان النامية.

والجدول الآتي (3-2) يبين كيف يمكن لمدخلي «في الوقت بالضبط» و «التحكم الكلي في النوعية» أن يواجها هذه المشاكل.

وعلى ذلك فإنه في كل مجال نشاط تصنيع يوجد الآن مدى من الخيارات لفرص تحسين، تتراوح من فرص يغلب عليها التغييرات التنظيمية التي تعتمد في رأس المال البشري فيها على التدريب والدعم، إلى مستويات مختلفة للآلية والدعم بالحسوب.

جدول (3-2)

كيف يمكن لمدخلي «في الوقت بالضبط» و «التحكم الكلي في النوعية الكلية» أن يواجها المشاكل

مجال المشاركة	تحسينات «في الوقت بالضبط» و «التحكم الكلي في النوعية الكلية»
عدم استخدام المنتجين والمعدات بالكامل	يتحمل الذين يقومون بالعمليات المتعددة مسئولية آلات عديدة، ويتحركون إلى حيث يكون العمل، وعندما يتراخى الضبط يمكن لهم إجراء صيانة أو مشروعات تحسين نوعية.
نوعية متدنية	برامج تحكم نوعية كلي تهدف لتحسين جميع نواحي النوعية. والمخزون المنخفض في إنتاج «في الوقت بالضبط» يعني أن النوعية تصبح واضحة والمشاكل يتم التعرف عليها في مرحلة مبكرة.
أوقات تحضير lead times لا يعتمد عليها وطويلة	وجود من يقوم بعمليات متعددة في أوقات ضبط الآلات القصيرة يجعل التدفق سلسلاً ويقلل أوقات التحضير، وتحكم النوعية الكلية يعني تقليل التوقفات التي تسببها مشاكل تتعلق بالنوعية.
معدلات خردة عالية high scrap rates	تحكم النوعية الكلي والعمل بدفعات أصغر يقللان الخردة.
صيانة ضعيفة وغير كافية	يضمن العمال متعددو الوظائف الصيانة كجزء من مهمتهم. والتخطيط يسمح بتخصيص بعض وقت الإنتاج للصيانة الوقائية.
نقص في المواد الخام	تقليل الخردة يساعد على المحافظة على المواد.
نقص العمال الماهرين	الآلات الأبسط، عملية إدارة النوعية والإنتاج يقللان الطلب على المهارات عالية المستوى، بالإضافة إلى أن القائمين بعمليات متعددة يكتسبون مهارات مختلفة من خلال التدريب.

نقص الإشـراف المناسب	يحتاج الأمر إلى أشراف أقل مع التدفق السلس والدفعات الأصـغر، بالإضـافة إلى أن المسئولية عن عملية إدارة الإنتاج والنوعية ... الخ، تنتقـل إلى القـائمين بعمليات متعددة.
رقابة نوعية ضعيفة	الدفعات الصغيرة تظهر مشاكل النوعية، تحكم النوعية الكلي يتنـاول جميـع نواحي هذه المشاكل.
إنتاجية منخفضة	استخدام أحسن للموارد (حيـز العمـل، المخـزون، العمالـة... الـخ) مـع نـاتج مستقر أو ناتج أعلى وخردة أقل، يترتب عليه إنتاجية أعلى.

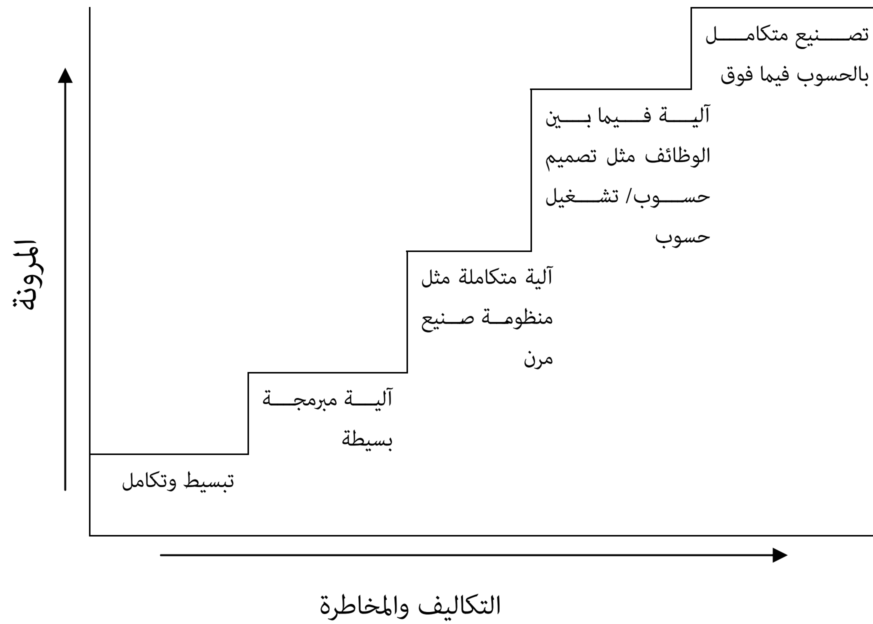
ويجدر التنويه بأن نمط معظم إجراءات التحسين هو مدخل الخطوة – خطوة إلى المشكلة، مع استخدام تجمع من المعدات، البرمجيات والتغيير التنظيمي. وأن المدخل في كل حالة يتم في نطاق إطار استراتيجي عام. وكل تغيير جزئي له أهميته ليس فقط بتحقيق فوائد مباشرة (تعلم تنظيمي، توفير معلومات، مهارات وخبرة) ولكن بوصفه أساساً للتغير الجزئي التالي.

وهذا لا يعني أنه لا ينبغي السعي للتصنيع المتكامل بالحسوب بالكامل في التخطيط الاستراتيجي، ولكن ينبغي أن تبني الإستراتيجية على التقدم التدريجي في التكامل التنظيمي من تركيز بسيط نسبياً على التقنية إلى حلول تقنية أكثر تقدماً وتكاملاً.

ودرجة التصنيع المتكامل بالحسوب ستعتمد على الأسواق التي ستحاول المنشأة أن تبيع فيها، والضغوط التنافسية والفرق بين الأسعار التي تأخذ في الاعتبار تكلفة عناصر الإنتاج والتكاليف الاجتماعية.

والتوصية بالأخذ بمدخل الزيادة التدريجية المبنية في الشكل (6-3) مبنية على خبرة مكتسبة من تنفيذ تقنيات تصنيع عديدة متقدمة ومتكاملة، وتبين أن درجة المخاطرة، وتكلفة احتمال الفشل تزيدان زيادة كبيرة عندما تتحرك المنشآت نحو التشكيل المتكامل. وهذا المدخل يبدأ بالتحسينات التنظيمية وتطبيقات الآلية المبرمجة المنفصلة التي ثبت جدواها، ثم التدرج نحو التصنيع المتكامل بالحسوب بالكامل. وأحد مزايا هذا المدخل إذا تم تطبيقه بنجاح. إن الوفورات الناتجة في مرحلة من مراحل البرنامج يمكن أن تستخدم لتمول استثمارات لازمة للمرحلة التالية.

والشكل (6-3) يعطي مدخلاً تدريجياً لتصنيع متكامل متقدم.



شكل (6-3) **مدخل تدريجي لتصنيع متكامل متقدم**

3-8 أمثلة لفرص تحسين تتراوح من تغييرات تنظيمية إلى مستويات مختلفة للآلية:

سبق ذكر أنه في كل دائرة نشاط تصنيع يوجد مدى لفرص التحسين للاختيار من بينها وفيما يلي أمثلة لفرص تحسين تتراوح من تغيرات تنظيمية تتحقق بواسطة الاستثمار في رأس المال البشري عن طريق التدريب والمساندة إلى مستويات مختلفة للآلية واستخدام الحسوب.

أولاً: يمكن تحسين نشاط مثل الصيانة عن طريق:

أ - إعادة تنظيم الإنتاج وتدريب مشغلي الآلات على إجراء الصيانة الوقائية الأساسية (مثلما في مدخل في الوقت بالضبط).

ب- الاستثمار في التدريب على أعمال الصيانة وتعزيز المهارات.

ج- استخدام منظومة حسوب بسيطة لتحسين سجل أعمال الصيانة ودعم برنامج صيانة وقائية هادف.

د- تدبر أمر تحسين بيانات الصيانة لتسجيل معلومات عن أحوال الآلات وأدائها واستخدامها وذلك باستخدام الحسوب.

هـ- تدبر أمر زيادة مستوى التحكم في النشاط ولكن مع زيادة تدريجية في التكلفة والتعقيد والتكامل عن طريق العمل على تكامل تدبر حالة الوقت الحقيقي للمعايير الرئيسية (مثل تآكل عدد القطع) مع منظومات التحكم في الآلة والعمليات.

ثانياً: وبالمثل توجد اختيارات فيما يتعلق بعملية السعة الإنتاجية تتم في مراحل تتضمن

أ - استخدام معدات الكترونية لتسجيل استخدام السعة الإنتاجية للآلات والمعدلات المختلفة.

ب- استخدام منظومات تحكم بحسوب لتستجيب بدقة أكثر للطلب المتغير، ولتحقق الاستخدام الأمثل لها عن طريق التحكم السريع والدقيق في الآلات والمعدات.

ج- توزيع مجالات منظومة التدبر عبر إمكانات التصنيع بأكملها لتوفير فكرة كاملة عن استخدام السعة الإنتاجية. واستخدام التحليل المبني على الحسوب يمكن أن يحسب كيف أين تكون الأحمال أكثر توازناً، مما يؤدي إلى تقليل التكاليف الكلية.

د- العمل على تدبر أمر الاستخدام الأمثل للسعة الإنتاجية عن طريق المنظومات المتكاملة لعملية إدارة الإنتاج وذلك باستخدام حسوب مركزي متصل بشبكة تدبر وتحليل وتجميع واستخدام تعليمات تحكم المعدات الفردية. وهنا أيضاً النمط هو مدخل الخطوة خطوة، لحل المشكلة باستخدام معدات تحكم، برمجيات تحكم وتغيير تنظيمي.

ثالثاً: وهذا المدخل نفسه يمكن أن يطبق عبر إمكانات التصنيع وفي جميع المجالات

على سبيل المثال:

أ - في التشغيل بآلات ورش يكون فيها تعاقب بوسائل تحكم الكترونية توافقيه ارتجاعية reto-fitting microelectronic controls لآلات موجودة في المصنع، ويكون الاستثمار بعد ذلك في تحكم رقمي بحسوب، ثم في منظومات تحكم رقمي مباشر وأخيراً تصنيع مرن وعمليات بالروبوت robotics.

ب- في التحكم في المعالجة حيث ينطوي على تدبر إلكتروني توافقي ارتجاعي، وبعد ذلك وسائل تحكم توافقية ارتجاعية على المعايير الرئيسية، ثم معدات جديدة بتدبر متكامل وحلقات تحكم، وأخيراً تحكم شبكي متكامل عبر المصنع بأكمله.

ج- في عملية إدارة الإنتاج، حيث يمكن أن يتبع إعادة تنظيم أساسي وإعادة تفكير منظومات دعم معلومات مبنية على حواسيب غير مكلفة (مثل التحكم في المخزون) والتقدم تدريجياً إلى منظومات متكاملة مثل تخطيط موارد تصنيع MRP.

3-9 عواقب سياسة تقنية التصنيع المتكامل:

في هذا البند استعراض لبعض موضوعات رئيسية تتعلق بسياسة تنفيذ تقنية تصنيع متكامل بفعالية، وبصفة خاصة الإجراءات التي يحتمل أن تكون لها أهمية على مستوى المنشأة والدولة.

3-9.1 على مستوى المنشأة:

كثير من الشركات في البلدان المتقدمة سجلت أن كثيراً من منافع التصنيع المتكامل (مثل المرونة) جاءت من التغييرات التنظيمية أكثر مما جاءت من التغييرات التقنية. وعلى ذلك ينبغي توجيه اهتماماً أكثر لتحسين الإنتاجية والنوعية عن طريق التغييرات التنظيمية. ويتعزز ذلك بالسرعة والنجاح النسبيين الذين استوعبت بهما المنشآت في كثير من القطاعات فنيات مثل «في الوقت بالضبط». وعلى سبيل المثال نتجت المنافع عن تحديثات تنظيمية منخفضة التكلفة نسبياً في مخطط المصنع وإجراءات وتخطيط العمل على سبيل المثال. وتوجد أدلة قوية على أن الصناعات اليابانية اكتسبت قوتها التنافسية عن طريق هذه التحديثات وليس عن طريق الاستثمارات الكبيرة في تقنية الصناعة المتقدمة AMT. إن المنشآت يفضل أن تتبع سياسة التطوير خطوة خطوة في إطار استراتيجي عام. كل خطوة تحديث يمكن أن تستخدم ليس فقط لتوفير منافع مباشرة لأنشطة معينة، ولكن أيضاً لتوفير أساس لمستويات أعلى. إن هذا المدخل له استجابات عظيمة لدى المنشآت الأصغر، التي تواجه معوقات كثيرة بالنسبة لموارد المهارات ورأس المال.

إن جمع البيانات وتحليلها فيما يتعلق بنواحي القوة والضعف في إمكانات الصناعة القائمة والفرص التي تفتحها تقنيات وفنيات تنظيمية حديثة، تشكل خطوة هامة في عملية رسم السياسة.

هذا ويوجد طلب متنامي على مهارات جديدة ومتعددة تلزم لتقنية تصنيع متقدمة

في كل من الأنشطة المباشرة وغير المباشرة الأمر الذي يتطلب أن يصبح التدريب نشاطاً تخطيطاً.

أن تخصيص العمالة في المصانع التي تستخدم (ت ت م) تتطلب التحول عن النماذج التقليدية لتنظيم العمل، لأنها لا توفر مرونة، والاتجاه الآن لاستقلال محلي أكثر، وكذلك مسئولية محلية أعظم وتوجه نحو عمل الفريق ولا مركزية تحكم.

هذا، ويوجد تغيير تنظيمي آخر يصاحب (ت ت م) هو الحاجة لإعادة النظر في إجراءات محاسبة التكلفة وتقييم الاستثمار بما يناسب حجم الاستثمار الذي قد يكون كبيراً، الأمر الذي قد يتطلب تطوير إجراءات وفنيات تقييم جديدة.

3-9.2 على مستوى الدولة:

إن النمط المتغير في كثير من الأسواق الصناعية، والنزوع نحو الطلب المتجزئ وحسب طلب العميل، يتطلب من المنشآت أن تزيد من اهتمامها بتقنيات الإنتاج المرن وأشكال التنظيم الخاصة به. والمعتقد أن اقتصاديات النطاق scope - أي التي تتحقق عن طريق الجمع بين المرونة والإنتاجية، ستصبح في المستقبل لها نفس الأهمية التي لاقتصاديات الحجم scale بالنسبة لتحديد القدرة التنافسية، الأمر الذي يتطلب بذل جهد لتعظيم الوعي بتقنيات التصنيع المتقدمة وتشجيع تطبيقها عندما يكون ذلك مناسباً.

إن التطبيقات المعروفة حالياً في البلدان النامية اتجهت في الغالب إلى تطبيقات منفصلة discrete، وكثيراً منها في منشآت كبيرة. وعلى ذلك توجد حاجة لنشر الوعي وتعزيز الانتشار لتقنية الفنيات التنظيمية، وذلك بالنسبة للقطاع ولحجم المنشأة. وقد يتطلب ذلك تطوير برامج وطنية لكل من المستوى الكلي والجزئي.

كل من التغيير التنظيمي والتقني يتطلب المضي في تقوية عظيمة للقدرات الاستشارية

الوطنية، الأمر الذي يتطلب العمل على تطوير وتدريب وتنظيم من يطلق عليهم «خبراء تغيير».

إن التعليم والتدريب للتقنيات الآلية والفنيات التنظيمية الجديدة يختلفان كثيراً عن نظم التدريب والتعليم الحالية وتطويرهما يحتاج لدعم من الدولة.

الفصل الرابع

4- الطاقة الإنتاجية

4-1 مقدمة:

تشكل مسألة الانتفاع من الطاقات الإنتاجية والمنشآت القائمة أحد أهم مشاكل الصناعة في البلدان النامية، إذ أنها تتعلق بوسائل الإنتاج وأدواته، وهي الأصول الإنتاجية الثابتة (الآلات، المعدات، التجهيزات) التي تمثل الجزء الأكبر من رؤوس الأموال المستثمرة في الوحدات الإنتاجية.

إن الجهود ينبغي أن توجه للاستفادة القصوى من الطاقات الإنتاجية القائمة، قبل إقامة مصانع جديدة أو إضافية لزيادة الإنتاج، وذلك لتعظيم الاستفادة من الإمكانات الإنتاجية القائمة وترشيد استخدامها لرفع مستوى الكفاءة الإنتاجية إلى الحد الأعلى الممكن، ولتحقيق التوسع الرأسي إلى جانب التوسع الأفقي في خطط التنمية الصناعية.

كما أن الاستخدام الأمثل للطاقات القائمة هو أكثر الوسائل فعالية لتحسين استخدام الموارد وبالتالي رفع الكفاءة الإنتاجية في المنشأة.

إن مستقبل الصناعة في البلدان النامية يتوقف على مسألة الاستثمار الكيفي للإمكانات والطاقة الإنتاجية القائمة.

ولذلك رأينا أن يحتوي هذا الفصل على نبذة مختصرة عن الطاقة الإنتاجية ومفاهيمها ومقوماتها الأساسية والانتفاع الأمثل منها، وخاصة فيما له علاقة بموضوع الكتاب.

4-2 تعريف بالطاقة (أو السعة) الإنتاجية Production capacity

تعرف الطاقة (أو السعة) الإنتاجية بأنها أعظم إنتاج ممكن من المنتجات، أو تشغيل أكبر كمية من المواد أو الخامات خلال فترة زمنية محددة (سنة مثلا) تبعاً لأصناف المنتجات وتشكيلاتها (العلاقات الكمية بينها) الواردة في الخطة الإنتاجية، وعلى أساس الاستخدام التام للآلات والمعدات والمعيار الزمني لتجهيز المنتج.

والعناصر الرئيسية لحساب مقدار الطاقة الإنتاجية للمصنع أو المنشأة أو الوحدة الإنتاجية هي عدد الآلات والمعدات وسعاتها الإنتاجية، والفترة الزمنية التي تعمل خلالها هذه الآلات والمعدات، وعمليات التشغيل التي تتم على هذه المعدات والآلات لتصنيع التشكيلة المثلى للمنتجات. وتحديد مقدار الطاقة الإنتاجية هو مسألة تحديد إمكانية وقدرة وسائل العمل على تحقيق أكبر كمية ممكنة من المنتجات بافتراض أن هذه الكمية مطلوبة ومستلزمات الإنتاج متوفرة. ومن المعروف أنه كثيراً ما لا يتم تحقيق الكمية القصوى للمنتجات بل يتم إنتاج كمية أقل منها، وهذه الكمية الأخيرة تعبر عن درجة استعمال (استخدام) الطاقة الإنتاجية أي درجة الانتفاع منها.

4-3 معامل استعمال أو الانتفاع من الطاقة الإنتاجية:

وعلى ذلك فإن معامل استعمال الطاقة الإنتاجية أو معامل الانتفاع من الطاقة الإنتاجية = كمية المنتجات الفعلية في فترة زمنية مقسومة على الطاقة الإنتاجية في الفترة الزمنية نفسها. وهذا المعامل يعتبر مؤشراً تقنياً اقتصادياً لأداء المصنع بالنسبة لكمية الإنتاج، إذ إنه يبين مدى الاستفادة من الأصول الثابتة الإنتاجية.

4-4 الخطة الإنتاجية:

تمثل الكمية المخططة للمنتجات ما يسمى بالخطة الإنتاجية production plan التي تحتوى على أصناف وأنواع المنتجات وعلاقاتها (تشكيلة المنتجات) product mix، ويراعى

فيها عادة أن تحقق، بقدر الإمكان، الانتفاع الأقصى بالطاقة الإنتاجية. ومن المعروف أنه عند وضع الخطة الإنتاجية، ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار الظروف الواقعية والمحتملة التي قد تعيق سير العمل وتنفيذ الخطة.

وعلى ذلك فإن معامل الاستفادة أو الانتفاع من الإنتاجية المخطط = كمية المنتجات الواردة في الخطة الإنتاجية مقسومة على مقدار الطاقة الإنتاجية.

وهذا المعامل يشير إلى التحميل الواجب لإمكانات الإنتاج لتحقيق الخطة الإنتاجية.

4-5 الطاقة التصميمية:

من الضروري التفريق بين الطاقة الإنتاجية والطاقة التصميمية التي تحسب عادة للمصانع الجديدة عند إنشائها أو للمصانع القديمة عند تطويرها أو تجديدها. ولهذا تعرف الطاقة التصميمية بأنها أكبر إمكانية لتصنيع المنتجات في فترة زمنية معينة لمصنع أو مشروع أو قسم من مصنع سوف ينشأ أو يبدأ بالعمل.

ويتضح الفارق الهام بين الطاقة الإنتاجية، والطاقة التصميمية للمصنع من اختلاف الهدف الخاص بكل منهما وكيفية حسابهما، إن إيجاد مقدار الطاقة الإنتاجية للمصنع هو عملية حساب وتحديد للإمكانات الموجودة في حالتها الراهنة، أي أن معطيات حساب الطاقة الإنتاجية هي العملية الإنتاجية لتصنيع المنتجات وعدد الآلات والمعدات ونوعيتها، وناتج هذا الحساب هو أعظم كمية للمنتجات يمكن الحصول عليها من الإمكانات المتوفرة.

أما في حالة تحديد الطاقة التصميمية فإن معطيات الحساب هي كمية المنتجات المطلوبة، وناتج الحساب هو عدد الآلات ونوعيتها، والخطة الإنتاجية وما تحتوي عليه من تفاصيل لأنواع المنتجات والعلاقات الكمية بينها بصورة تضمن أفضل تحميل للآلات والمعدات في جميع أقسام المصنع. هذا بالإضافة إلى ما يتطلبه تشغيل المصنع من

معرفة تفاصيل العملية الإنتاجية ومراحلها لتصنيع كل منتج، أي أن المطلوب هو عملية التصميم التكنولوجي للمصنع.

من ذلك يتضح أن مقدار الطاقة التصميمية هو عدد ثابت، لا يتغير ولا يتأثر بأي من عوامل الإنتاج المختلفة، لأن مقدارها يتحدد بناء على دراسات جدوى اقتصادية وفنية قبل القيام بإنشاء المصنع، في حين أن مقدار الطاقة الإنتاجية يتحدد بجملة حسابات تقنية واقتصادية تتبع تبدل وتغير ظروف الإنتاج في المصنع، ولهذا فإن مقدارها هو عدد ديناميكي غير ثابت.

4-6 الطاقة التعاقدية:

تتحدد الطاقة التعاقدية، على أساس الطاقة التصميمية، في العقد الذي يبرم بين الجهة صاحبة المشروع أو المصنع وبين الجهة المنفذة، والتي قد تكون هي الصانعة للآلات والمعدات والتجهيزات. ويراعى فيها أن تحقق كمية الإنتاج المطلوبة في الفترة الزمنية المحددة (وهي غالباً سنة).

وفي كثير من الأحيان، تختلف الطاقة التعاقدية بالزيادة أو النقصان، وفقاً للخبرة السابقة للجهة المنفذة في أعمال مماثلة، فإنها قد تأخذ في الحسبان ظروف التشغيل في الفترة التي تسبق مرحلة الاستلام النهائي للمصنع أو المشروع وتلجأ إلى الإنشاء بطاقة إنتاجية تصميمية للمعدات أكبر من الكمية المطلوبة حتى يمكن ضمان التسليم في حدود كمية الإنتاج المطلوبة حسب شروط العقد. وإلا فإن الجهة المنفذة قد لا تستطيع تحقيق هذه الكمية في الفترة الزمنية المحددة، خاصة في الفترة الأولى لبداية التشغيل واستلام المصنع أو المشروع، والمشاكل في هذا الصدد كثيرة ومعروفة. والأمر يحتاج لأن يكون لدى الجهة المنفذة خبرة كافية بظروف التشغيل والبدء في الإنتاج، خاصة إذا كان المصنع موضوع التعاقد يقام لأول مرة، ولهذا فلا ينصح باعتبار الطاقة التعاقدية مستوى يمكن المقارنة معه بالإنتاج الفعلي، وبالتالي تحديد مستوى الانتفاع من الطاقة الإنتاجية.

4-6.1 السعة الإنتاجية للآلة والطاقة الإنتاجية الآلة:

إن السعة الإنتاجية للآلة هي قدرتها على إنتاج المنتجات في الوحدة الزمنية (ساعة، يوم..) وهي بهذا تقارب مفهوم الاستطاعة، أي القدرة في وحدة الزمن.

أما الطاقة الإنتاجية للآلة فهي قدرتها على إنتاج المنتجات في فترة زمنية محددة (ساعة، وردية، يوم، شهر، سنة). ومن المعروف أن التشغيل خلال وحدة الزمن يعني ضمناً استمراريته، في حين أن العمل خلال فترة زمنية لا يعني دائما استمراريته، ويتضح هذا من أن الزمن الذي يدخل في حساب الطاقة الإنتاجية هو الزمن الفعال، وهو يحسب بعد خصم استقطاعات زمنية للتوقعات المخططة خلال فترة معينة.

والطاقة الإنتاجية للآلة تتحدد على أساس السعة الإنتاجية لها مع الأخذ في الاعتبار طريقة تشغيل المنتج، ودرجة تخصص الآلة، ومدى حاجتها لضبط العدد الخاصة عند تغيير عملية تشغيل إلى عملية أخرى والوقت الذي يستغرقه ذلك.

وقد يقل هذا الوقت أو ينعدم إذا كان التشغيل مستمراً أو آليا ذاتياً.

4-7 **إنتاجية العمل:**

تعتبر إنتاجية العمل مؤشراً عاماً يستعمل لتقييم نشاط المصنع أو أقسامه، وتحدد بطرق مختلفة فتحسب الإنتاجية بقسمة قيمة المنتجات السنوية على عدد المنتجين، أو على أفراد المصنع كلهم. وتوجد علاقة طردية بين إنتاجية العمل وبين الطاقة الإنتاجية للمصنع. إذ أن زيادة الأولى تؤدي إلى زيادة الثانية، وتعتبر عاملاً هاماً من عوامل تحسين استخدام الطاقة الإنتاجية وزيادة الانتفاع منها، بينما لا تعني زيادة الطاقة الإنتاجية دائماً زيادة إنتاجية العمل.

4-8 أسس الانتفاع الكامل من الطاقة الإنتاجية:

يرتبط الانتفاع من الطاقة الإنتاجية برفع مستوى الكفاءة الإنتاجية، وتحقيق الفعالية الاقتصادية لعملية الإنتاج. ويمكن تلخيص العناصر الرئيسية للانتفاع الكامل بالطاقة الإنتاجية فيما يأتي:

أ - التحديد الصحيح لمقدار الطاقة الإنتاجية وفي الوقت المناسب.

ب- الأخذ في الاعتبار لجميع العوامل المؤثرة على مقدار الطاقة الإنتاجية، وعلى درجة استعمالها والانتفاع منها.

ج- الكشف عن الاحتياطيات الإنتاجية واستنفاذها.

4-8.1 الطاقة الإنتاجية المتاحة:

إن التحديد الصحيح لمقدار الطاقة الإنتاجية المتاحة هو الأساس لعملية التخطيط السليم، وحساب وتحديد مقدار الطاقة الإنتاجية المتاحة يعتبر نقطة البدء بالنسبة للتخطيط لفترة قادمة، وكذلك بالنسبة للتخطيط التنفيذي لعمل المصنع وأقسامه، وأيضاً لعمل المنشأة، وعناصر تحديد الطاقة الإنتاجية المتاحة هي:

أ - تحديد مقدار الطاقة الإنتاجية المتاحة.

ب- فترة حساب الطاقة الإنتاجية.

ج- الحلقات الإنتاجية الرئيسية.

د- التحديد الصحيح والدقيق لعناصر حساب مقدار الطاقة الإنتاجية.

4-8.1.1 تحديد مقدار الطاقة الإنتاجية المتاحة:

تتعرض الآلة، مع الاستعمال للبلي والنحر wear and tear، ويترتب على ذلك انخفاض طاقتها الإنتاجية الأصلية، الأمر الذي يتطلب توجيه الاهتمام لحساب الطاقة الإنتاجية المتاحة. وبالنسبة للآلة في حد ذاتها، يتوقف مقدار الانخفاض في الطاقة

الإنتاجية الأصلية على كفاءة أعمال الصيانة والإصلاح التي توفر لها، وذلـك حتـى ينتهـي عمرهـا أو تتقادم.

إن المفهوم الأساسي للطاقة الإنتاجية هو الطاقة المتاحة، أي التي تأخذ في الاعتبار الانخفاض في استطاعة الآلة بسبب الاستعمال السابق وعمر الآلة ومعدل أدائها الحالي.

والطاقة الإنتاجية تحسب لفترة محدودة - عادة لمدة سنة - ويعاد حسابها عند حدوث تغييرات هامة في المصنع أو أقسامه. ويجرى العمل على أن تحسب الطاقة الإنتاجية في أول السنة وفي نهايتها ومنهما تحسب الطاقة الإنتاجية السنوية المتوسطة للمصنع.

إن حساب الطاقة الإنتاجية سنوياً، يفيد أيضاً في الكشف عن نقط الاختناق في سلسلة الإنتاج نتيجة لعدم التناسب بين حلقاتها: الآلة، مجموعة الآلات المتشابهة، قسم الإنتاج، المصنع.

وحساب الطاقة الإنتاجية للمصانع التي تعمل بطريقة الإنتاج المستمر، لا يشكل صعوبة كبيرة، بعكس المصانع التي تعمل بطريقة الإنتاج في دفعات (مثل مصانع المنتجات الهندسية كآلات الورش والأجهزة الإلكترونية) حيث تتنوع البدائل بالنسبة لتشكيلة المنتجات ولخطط وطرق الإنتاج، وتتطلب استنباط معادلات بديلة مثل تشكيلة ساعات الآلات وساعات العمل، وحساب القيمة المضافة بالأسعار الثابتة.

4-8.1.2 الحلقات الرئيسية في سلسلة الإنتاج:

تتحدد الطاقة الإنتاجية للمصنع على أساس أن الطاقة الإنتاجية لكل حلقة تحدد طاقة الحلقة التي تليها، فالطاقة الإنتاجية للآلة أو لمجموعة الآلات تحدد الطاقة الإنتاجية للقسم، وطاقة الأقسام تحدد الطاقة الإنتاجية للمصنع.

إلا أنه ليس من الضروري دائماً تحديد الطاقات الإنتاجية لكل الحلقات في سلسلة

الإنتاج، لأن بعض الحلقات يكون دورها قليل التأثير من ناحية مساهمتها الكيفية والكمية في العملية الإنتاجية. وقد جرى العرف على إجراء الحساب للحلقات الإنتاجية الرئيسية فقط. أي أن الطاقة الإنتاجية للمصنع ينبغي أن تحدد بالطاقة الإنتاجية للأقسام والمعدات الرئيسية. والأقسام الرئيسية هي الأقسام التي يتمركز فيها القسم الأعظم من الأصول الإنتاجية من آلات ومعدات والتي تجري فيها العمليات التقنية الرئيسية لتصنيع المنتجات.

4-8.1.3 تحديد عناصر حساب مقدار الطاقة الإنتاجية:

إن عناصر حساب مقدار الطاقة الإنتاجية هي أصناف المنتجات وتشكيلاتها الواردة في الخطة الإنتاجية، عدد الآلات والمعدات والزمن الفعال لعملها، والمعيار لزمن العمل اللازم لتصنيع وحدة المنتجات.

أ- **أصناف المنتجات وتشكيلاتها:** يتم حساب مقدار الطاقة الإنتاجية انطلاقاً من حاجة السوق وإمكانية التسويق والبيع وينبغي عند تغيير الأصناف والتشكيلة إعادة حساب الطاقة الإنتاجية.

ب- **عدد الآلات والمعدات:** إن تحديد عدد الآلات والمعدات الداخلة في حساب الطاقة الإنتاجية يخضع نظرياً لديناميكية التغيير وإعادة التصميم والتنظيم، إلا أنه عملياً، وخاصة في البلدان النامية، يعتمد على دخول آلة في الإنتاج بسبب كونها أكثر مناسبة للعمل أو خروج أخرى منه بسبب عدم مناسبتها للعمل أو توقفها عن العمل.

ج- **زمن العمل:** يعتبر المبدأ الأساسي لتحديد الزمن في حساب الطاقة الإنتاجية هو الاستفادة من أعظم قيمة لزمن عمل الآلات والمعدات لفترة معينة (تكون عادة سنة واحدة) في ظل ظروف العمل في المصنع.

وهذا الزمن الفعال هو الذي يدخل في الحساب، وهو يختلف عن الزمن التقويمي أو الزمن الإسمي لعمل المصنع.

والزمن التقويمي هو عبارة عن مجموعة ساعات العمل خلال السنة كلها ويساوي 8760 ساعة، ولا يؤخذ به عادة إلا عند حساب الطاقات الإنتاجية للصناعات الاستخراجية والصناعات التحويلية التي تعمل بنظام الإنتاج المستمر (ويستبعد منه الزمن المخصص للصيانة الدورية).

أما الزمن السنوي الفعال فهو الزمن السنوي التقويمي أو الأسمي مطروحاً منه الزمن المخصص للصيانة المخططة الوقائية.

د- **حجم العمل:** تتحدد الطاقة الإنتاجية على أساس حجم العمل لتصنيع وحدة المنتجات، والعلاقة بينهما عكسية كما يتبين من المعادلة البسيطة لحساب مقدار الطاقة الإنتاجية.

الطاقة الإنتاجية = عدد الآلات والمعدات التي يتم بها تصنيع المنتجات مضروباً في زمن العمل لوحدات الآلات في السنة أو في فترة الحساب (ساعة) مقسوماً على زمن (حجم) العمل لتصنيع وحدة المنتجات (ساعة معيارية).

إن زمن (حجم) العمل لتصنيع المنتج أو الزمن اللازم لإنتاجه هو عبارة عن مجموعة المعايير الزمنية اللازمة لجميع عمليات تشغيل جميع الأجزاء ومجموعات الأجزاء المكونة للمنتج. ومن الضروري تحديد هذه المعايير المختلفة على أساس تقني.

إلا أنه نظراً لأن المعيار التقني لزمن التنفيذ يتحقق عادة بمعرفة نسبة غير قليلة من المنتجين ذوي المهارة والتأهيل الجيد، وانطلاقاً من مفهوم الطاقة الإنتاجية التي تمثل أعظم إنتاج ممكن. فقد جرى العرف على الأخذ بالمعيار الأمثل لزمن إنجاز عمليات التشغيل كأساس لحساب المعيار الأمثل لحجم العمل لتصنيع المنتج الذي يدخل في حساب الطاقة الإنتاجية.

إن تحديد مستوى الأداء لمختلف المنتجين، ثم حساب المستوى الأمثل للأداء، والذي يؤدي بدوره إلى تحديد المعيار الأمثل لحجم العمل، يعتبر ضرورة ملحة، خاصة في عمليات التشغيل الآلية - اليدوية التي تظهر بصورة خاصة في أعمال التجميع، مما يؤدي بالتالي إلى تحديد المستوى الأمثل للأداء والذي يمكن اعتباره عندئذ حداً فاصلاً لمكافأة المنتجين الذين يتخطونه، وكحافز لأولئك الذين لم يصلوا بعد إلى تحقيق هذا المستوى من الأداء.

ويبرز دور التقدير الصحيح والدقيق لمستويات الأداء، انطلاقاً من ضرورة التقدير الصحيح للإمكانات الموجودة، وبالذات في تحديد معايير دقيقة للعمل والإنتاج واستغلال الزمن الذي يواكب استثمار رأس المال بشكل عام.

4-8.2 العوامل المؤثرة على الطاقة الإنتاجية وعلى درجة استخدامها والانتفاع منها:

يؤثر على مقدار الطاقة الإنتاجية عوامل أخرى عداً عناصر حسابها، الأمر الذي يستدعى المداومة على إعادة حسابها. كما أن هناك عوامل كثيرة أخرى تؤثر على استخدام الطاقة الإنتاجية وترشيدها بما يؤدي إلى تحسين استخدام الطاقة الإنتاجية وزيادة الانتفاع منها إلى الحدود القصوى، بدون زيادة في رأس المال.

وهذه العوامل تتأثر بتغيير ظروف الإنتاج وبالتقدم العلمي والتقني ومن هنا فإن تغيرها ينعكس على مقدار الطاقة وعلى درجة الانتفاع منها. ومن تلك العوامل ما يلي:

4-8.2.1 المنتـــج:

يتحدد أسلوب الإنتاج بالكمية المطلوبة من المنتج، وتحـدد الطريقـة التـي ينـتج بهـا المنـتج بخصائصه التصميمية، ويعتبر المنتج، الذي هو محور عملية الإنتاج والنتيجـة النهائيـة لهـا، بأنواعــه وتشــكيلته الــواردة في الخطــة الإنتاجيــة، عــنصراً رئيســياً لحســاب مقــدار الطاقة الإنتاجية، وبالتالي يؤدي إلى تغيير مقدار الطاقة الإنتاجية، الأمـر الـذي يفـتح المجـال

لإمكان حساب الطاقة الإنتاجية بمتغيرات كثيرة، ومنها حساب ما يعرف بالطاقة الإنتاجية المثلى، وهي التي تبني على الأخذ بالتشكيلة المثلى، والتي تضمن الاستخدام الكامل للآلات بغض النظر عن التشكيلة المحددة في الخطة الإنتاجية. كما أنه، نظراً للعلاقات العكسية بين الطاقة الإنتاجية وحجم العمل لتصنيع وحدة المنتجات، يعتبر أي إجراء من شأنه أن يؤثر على حجم العمل ويؤدي إلى تقليصه، عاملاً مؤثراً على مقدار الطاقة الإنتاجية ودرجة الانتفاع بها.

4-8.2.2 الآلات والمعدات والتكنولوجيا الحديثة:

يعتبر عدد الآلات والمعدات عاملاً مؤثراً على الطاقة الإنتاجية، لأن العلاقة بينهما طردية – كما سبق ذكره-.

إن مقدار الطاقة الإنتاجية يتأثر إيجابياً بنوعية الآلات والمعدات ودرجة حداثتها ومعدل إنتاجيتها. ومن ذلك أن تستبدل بالآلات القديمة آلات جديدة، وأن يؤخذ تقادم الآلات في الاعتبار، ومن الأمثلة لذلك آلات القطع ذات التحكم الرقمي.

وكذلك يؤثر استخدام الطرق التكنولوجية المتقدمة، مثل التشكيل بالكبس، والسباكة الدقيقة، وعمليات التشغيل ذات التسيير الذاتي والتحكم الآلي، فإنه يؤدي إلى تقصير زمن التشغيل على الآلة وهو عنصر أساسي في تصنيع منتجات الصناعات الهندسية ويشكل نسبة كبيرة من زمن العمل.

4-8.2.3 المواد والخامات المستعملة:

إن حساب مقدار الطاقة الإنتاجية، وإن كان لا تدخل فيه المواد أو الخامات المستعملة، إلا أن عدم توفر المواد والخامات بالكميات المطلوبة وفي الوقت المناسب لتشغيلها أو معالجتها، يؤدي إلى عدم تشغيل الآلات والمعدات بطاقاتها الكاملة، أو إلى توقفها، الأمر الذي يترتب عليه ضياع في زمن العمل، مما ينعكس على درجة الانتفاع

من الطاقة الإنتاجية. ونوعية المواد والخامات المستخدمة في الإنتاج فإنها كذلك تؤثر على درجة الانتفاع من الطاقة الإنتاجية إذ أنه كلما تحسن مستوى نوعية المواد والخامات كلما احتاج تشغيلها وتجهيزها إلى وقت وجهد أقل، مما ينعكس على زيادة إنتاجية الآلات وبالتالي على الحجم النهائي للإنتاج. وعلى العكس، فإن المستوى المنخفض لنوعية المواد والخامات يترتب عليه صعوبة التشغيل واستهلاك زمن وجهد أكثر من اللازم. أي أكثر مما هو مقرر في المعيار التقني المأخوذ في الاعتبار. وكذلك تكون نسبة التآلف من المنتجات (المرفوضة) أعلى من النسبة المخططة مما يؤدي إلى تخفيض كمية الإنتاج الفعلي.

4-8.2.4 نظام العمل والفقد في زمن العمل:

إن نظام العمل وفعالية الصيانة الدورية المخططة للآلات والمعدات من العوامل التي تتحكم في تحديد الزمن الفعلي لعمل الآلات والمعدات، وبذلك فهما يؤثران على مقدار الطاقة الإنتاجية.

وفي المصانع التي تعمل بنظام الدفعات، يتضاعف مقدار الطاقة الإنتاجية عندما يزيد عدد ورديات العمل إلى اثنين بدلاً من واحدة. ويتعين التحقق من أن المصنع يعمل ورديتين على الأقل قبل التوسع فيه بشراء آلات ومعدات إضافية، ويمكن العمل على تشغيل الآلات الخاصة أو الآلات المحملة بدرجات كبيرة ثلاث ورديات في اليوم، وذلك لإزالة نقط الاختناق في حلقات سلسة الإنتاج.

واستعمال الوسائل والمنظومات الحديثة لتأمين فعالية الصيانة الوقائية المخططة يترتب عليه اختصار الزمن اللازم مع المحافظة على مستوى جيد للصيانة. ومن المفيد مراجعة المعيار والأخذ في الاعتبار تقادم الآلات والمعدات.

أما التوقفات الزمنية غير المخططة فإنها تؤثر بشكل كبير على استخدام الطاقة الإنتاجية. ويعتبر الفقد في زمن العمل في مقدمة مشاكل الانتفاع من الطاقة الإنتاجية وخاصة في

البلدان النامية. وهذا الفقد ينجم عن أحد عناصر الإنتاج الرئيسية الثلاث: الأفراد، الآلات والمعدات، والمواد الخام. وفيما يخص الأفراد فإن من أسباب الغياب التي يترتب عليها توقف الآلات وعدم الانتفاع بطاقاتها الإنتاجية، ما يمكن ملافاته بالتخطيط السليم كالغياب بسبب التدريب والإجازات العادية، ومنه ما لا يمكن ملافاته، وإنما يجب آخذه في الحسبان، كالغياب بسبب حوادث العمل، أو التمارض، أو بدون أذن. وذلك بإجراء دراسات تتعلق ببيئة العمل وطبيعة الحياة الاجتماعية.

وأحياناً وخاصة في البلدان النامية يكون سبب الفقد في زمن العمل هو توقف فجائي للآلات والمعدات عن العمل، ينتج عن عدم صلاحيتها بسبب تدني الصيانة، أو عدم توفر أفراد الصيانة الماهرين لإصلاح الأعطال المفاجئة، أو عدم وجود بديل لمشغل الآلة إذا غاب، أو نقص مواد التشغيل، الأمر الذي يتطلب الاهتمام بوضع وتنفيذ برنامج متكامل للصيانة الوقائية الدورية وتدريب أفراد الصيانة والإصلاح في نطاق منظمة صيانة وقائية حديثة.

أما التوقفات غير المخططة المتعلقة بالمواد والخامات والعدد الخاصة وقطع الغيار، وكذلك التعطل المفاجئ لوسائل النقل والرفع، وانقطاع المنافع اللازمة للتشغيل مثل الكهرباء والمياه والهواء المضغوط والبخار فأسبابها كثيرة، وترجع في الأغلب الأعم لعدم توفر التخطيط السليم والتحديد الصحيح للمتطلبات، والتنبؤ بالطوارئ التي يحتمل حدوثها.

4-8.2.5 تنظيم العمل:

إن لتنظيم مكان العمل وتحسين ظروفه دور هام في تحديد زمن تصحيح المنتج، مما ينعكس بدوره على مقدار الطاقة الإنتاجية واستخدامها لان تأمين جو مناسب ومكان مريح للعمل يجعل المنتج يقوم بالمطلوب منه بنشاط، ويستغل زمن العمل بفعالية، مما يساعد على تأمين سير وانتظام العمل، وبالتالي على تقليل الفقد في زمن العمل.

ويحتاج تنظيم مكان العمل إلى دراسة وافية لوقت وحركة العمل. ويجب أن يمتد تنظيم العمل ليشمل المصنع والمنشأة بالكامل، ويؤمن تناسب الطاقات الإنتاجية لحلقات سلسلة تصنيع المنتج، للتخلص من أي نقط اختناق فيها. وتنظيم العمل لا يتحقق إلا بالتخطيط الجيد لكل حلقات سلسة الإنتاج ابتداء من مكان العمل وانتهاء بالأقسام الرئيسية للمصنع. وهذا التخطيط يؤمن خط سير مناسب للمواد، وتحميلاً كاملاً للآلات والمعدات واستمرارية لعلمية الإنتاج، الأمر الذي يؤدي إلى تقصير زمن تصنيع المنتج في كل مراحله، وبالتالي إلى تقصير الدورة الإنتاجية مما ينعكس على مقدار الإنتاج الفعلي.

4-8.2.6 تدريب وتأهيل الأفراد:

إن عدد العاملين وإن كان ليس له علاقة مباشرة بتحديد مقدار الطاقة الإنتاجية، إلا أنه يؤثر على درجة الانتفاع من الطاقة الإنتاجية، إذ أن غياب البعض يؤدي إلى توقف غير مخطط لمواقع عمل وبالتالي إلى فقد في زمن العمل.

أما المستوى المهني والثقافي، فإن له تأثر كبير على كل من مقدار الطاقة الإنتاجية وعلى درجة استخدامها، إذ إنه يؤدي إلى زيادة إنتاجية العاملين وزيادة معدل أدائهم، وبالتالي إلى تقليص حجم العمل اللازم لتصنيع المنتج، مما يؤثر على مقدار الطاقة الإنتاجية. ويؤدي ذلك أيضا إلى زيادة معدل الإنتاج، وهذا يعني زيادة المنتجات ولهذا فهو يؤثر على درجة الاستخدام كذلك.

وكل ذلك يدعو للعناية بالعاملين مهنيا، وذلك بزيادة درجة تأهيلهم وكفاءاتهم عن طريق التدريب الجيد وتوفير الفرصة لهم للإطلاع على المجالات والانجازات الحديثة في مجال المهنة والتخصص. بالإضافة إلى العناية بهم وتأمين جو عمل مريح وصحي لهم، يضمن الوقاية من أخطار العمل، ويؤمن الاستقرار النفسي والراحة.

وغني عن الذكر أن المساعدة في تهيئة الجو الاجتماعي الجيد خارج العمل، وإيجاد

الحوافز المادية والمعنوية ووسائل الترفيه، تنعكس على زيادة وعيهم وإطلاعهم وتفتح لهم المجال للتجديد والابتكار والإبداع. إن هذه الأمور تمثل جانباً من وظيفة التخطيط الاجتماعي للمنشأة، وتشكل عنصراً هاماً من عناصر تحقيق النتائج المطلوبة لعملية الإنتاج.

4-8.2.7 هيئة إدارة المنشأة

إن وظيفة هيئة الإدارة الحديثة، التي تتعلق بإيجاد الحلول الملائمة لتحسين استخدام وسائل الإنتاج ومواد العمل في الظروف المختلفة، بما يضمن الوصول إلى منتج جيد بتكاليف منخفضة، تنطوي على إيجاد علاقات مختلفة بين العاملين في المصنع على جميع المستويات، حتى يصبح المصنع الحديث خليه متشابكة الإطراف، تتحرك فيها جميع عناصر العملية الإنتاجية من وسائل إنتاج وقوى عاملة حركة فعالة تؤدي إلى النتيجة المطلوبة.

إن إيجاد الحلول المثلى للمشاكل التي تعترض سير الإنتاج بشقيها الإنساني والمادي، بغرض تنفيذ عملية الإنتاج وتحقيق الخطة الإنتاجية، يعتبر مسئولية أفراد هيئة الإدارة بدءاً من أكبر مسئول وحتى رئيس أصغر حلقة في السلسلة الإنتاجية.

ولهذا فمع تطور صيغ إنتاج لابد من تطوير صيغ عملية الإدارة بشكل يضمن حسن سير العملية الإنتاجية وتحقيق التلاؤم بين القوى المنتجة ووسائل الإنتاج.

4-8.3 الاحتياطيات الإنتاجية:

تعتبر الاحتياطيات الإنتاجية إمكانات مستترة غير مستعملة، ولهذا فإن إظهارها، ومن ثم استغلالها، من شأنه أن يؤدي إلى تحسين استعمال الطاقة الإنتاجية، أي إلى زيادة في الإنتاج بدون زيادة في رأس المال.

ويمكن الكشف عن الاحتياطيات الإنتاجية عن طريقين اثنين:

الأول: عن طريق تحقيق المقدار الأمثل للطاقة الإنتاجية بمراعاة التشكيلة المثلى

للمنتجات، أي على أساس العلاقات الكمية بين أنواع المنتجات التي تضمن تحقيق أعظم إنتاج ممكن والذي هو مشروط بالتحميل الأقصى للآلات والمعدات.

ولهذا فإن حساب مقدار الطاقة الإنتاجية المثلى يفيد في إظهار احتياطيات المصنع من أجل التخطيط المستقبلي وخاصة في فترة تحضير مشروع الخطة الإنتاجية. وذلك من أجل التوفيق الأفضل بين حاجة السوق ومتطلباته في منتجات معينة وتشكيلة محددة، وبين الاستخدام الأكثر فعالية للآلات والمعدات.

أما الثاني: فيكون عن طريق تحليل وتحديد الاحتياطيات الخاصة زيادة تحسين استعمال الطاقة الإنتاجية. ذلك لأن تحليل عمل الآلات والمعدات وأقسام المصنع بشكل عام ثم تقييم المستوى التقني والتنظيمي للإنتاج يفيد في الكشف عن احتياطيات زيادة وتحسين استعمال الطاقة الإنتاجية، وتحديد مقدار هذه الاحتياطيات التي تضم ما يأتي:

أ- الاحتياطيات التنظيمية:

وهي تتعلق بتحسين استعمال الموارد الإنتاجية. ويتحدد مقدارها بمستوى خدمة مكان العمل وتنظيم وتخطيط الإنتاج وبعملية إدارته الخطية (التنفيذية). وهي تمثل الاحتياطيات الزمنية، ولهذا فهي محددة بأعظم زمن ممكن لعمل الآلات والمعدات. إن تحليل عمل الآلات يؤدي إلى الكشف عن الفقد في زمن العمل وما يمكن تقليصه والقضاء عليه، لزيادة رصيد زمن عمل الآلات وبالتالي استغلال الاحتياطيات التنظيمية.

وهذا النوع من الاحتياطيات يكون عادة كبير الحجم في البلدان غير المتقدمة صناعياً بسبب أن توقف العمل لا يحدث فقط نتيجة للفقد في زمن التشغيل، كما سبق إيضاحه، وإنما كذلك نتيجة لعدم تحميل الآلات والمعدات بسبب سوء تخطيط تنفيذ عملية الإنتاج، مما يعتبر إلى جانب مشكلة الصيانة، من أهم مشاكل الصناعة فيها.

ب- الاحتياطيات التقنية:

وهي تتعلق باستعمال منجزات التقدم العلمي والتقني في مجال الإنتاج، وتمثل احتياطيات إنتاجية العمل، ولهذا فهي بلا حدود إذ إنها تتعلق بتقليص حجم العمل اللازم لتصنيع المنتجات.

إن الاحتياطيات التقنية تمثل المصدر الدائم لزيادة إنتاجية العمل، مما ينعكس على زيادة الإنتاج. ولهذا فإن العمل على الآلات القديمة والتي تعتبر متقادمة معنوياً، أو العمل بالطرق التقليدية التي تحتاج إلى التحديث والتطوير أصبح قليل الجدوى.

ولهذا فينبغي أن تؤخذ في الاعتبار عند إجراء التحليل، عناصر حساب الطاقة الإنتاجية والعوامل المؤثرة عليها، لأن خلفها تكمن احتياطيات زيادة وتحسين استعمال الطاقات الإنتاجية.

4-9 الخلاصة:

إن تحديد مقومات الانتفاع من الطاقات يساعد في تحديد المعوقات وتحليل الأسباب المؤدية إلى وجودها. ومن ثم تحديد العلاج والوسائل المؤدية إلى القضاء عليها، وإتاحة الفرصة لإمكان استخدام أفضل الطاقات الإنتاجية المتاحة.

الفصل الخامس

5- فنيات اتخاذ القرار

5-1 مقدمة

منذ بداية الخليقة والإنسان يبحث عن وسائل تساعده في اتخاذ قراراته والتكهن بالمستقبل وحاول التنبؤ بالمستقبل بمراقبة ظواهر السماء ونمط الطيور في طيرانها، وتصرفات بعض الحيوانات، ولجأ إلى السحرة والمنجمين وقارئي الطالع. ومنشآت مزاولة العمل قطعت شوطاً طويلاً في بناء قدراتها على اتخاذ قرارات دقيقة وتضع خططاً لاتجاهاتها في المستقبل، وكونت متنبئين اقتصاديين واقتصاديين صناعيين وباحثي تسويق ومنتجات.

وفي هذا الفصل سنحاول دراسة بعض الفنيات والممارسات التي تستخدمها هيئة الإدارة في المنشأة لتتمعن في المستقبل، ولتحدد وقت وتكلفة الشغلات القادمة ومعلومات ضرورية أخرى.

5-2 التفكير في المسببات والإنتاج

جرى العرف دائماً على أن ينجز مديرو الإنتاج العمل في وقت معين وبتكلفة معينة. وقد استخدمت طرق كثيرة لمواجهة هذا التحدي. بما في ذلك دراسة الوقت والحركة، كواحدة من أفضل الوسائل لتوضيح صورة الماضي، ووضع الخطة للمستقبل. وحتى وقت قريب، كان الاعتقاد أن كثيراً من القوى تتفاعل في الإنتاج، وخاصة في البحث والتطوير، بحيث يمكن فقط إعداد التخطيط تدريجياً، أي أنه يجب إتمام خطوة ما قبل أن يمكن تخطيط الخطوة التالية، وكان التخطيط على نطاق واسع يكاد يعتبر مستحيلاً.

إلا أنه أمكن التوصل بالتدريج إلى أنه إذا أمكن التخطيط لإنجاز واحد خلال وقت محدد وبتكلفة محددة، فإنه يمكن التخطيط لجميع الأحداث المؤدية لهذا الإنجاز، وعلى ذلك، فإنه بالعمل عكسياً من حدث نهائي، يمكن لشخص واسع الخيال أن يستوعب جميع العوامل المسببة التي تبلغ أوجها في حدث نهائي.

والتفكير في المسببات إذن هو وسيلة للتخطيط للمستقبل، بمعرفة سبب كل حدث يسبق الهدف النهائي، والتحضير للحدث بدلاً من انتظار حدوثه.

5-3 التخطيط على أساس التفكير في المسببات

- عدد من فنيات التخطيط والبرمجة الحديثة يستخدم التفكير في المسببات ومن بينها طريقة برث (فن تقييم ومراجعة البرنامج) والطرق الأخرى المبنية عليها مثل طريقة المسار الحرج، وغيرها من الفنيات الأخرى، مثل علم إدارة تدفق المواد (Rhochrematics) الذي يتعلق بالمساعدة في اتخاذ القرار المتعلق بتدفق المواد من المورد إلى المستهلك، ومنظومة التفكير التصوري (Synectics) التي تساعد على تحديد وحل المشاكل.
- الطريقة التي نالت الاهتمام الأكبر هي في طريقة برث لملاءمتها لمتابعة عقود البحث والتطوير والإنتاج، وقد صممت في البداية لمساعدة المديرين في التخطيط والتحكم في الوقت والتكلفة والأداء الفني. وتعتبر حالياً من متطلبات التحكم في العقود الكبيرة، كما يمكن تطبيقها أيضاً في المشروعات الصغيرة وأعمال البحث والتطوير التي تتم في المنشأة.

5-3.1 طريقة بـرث

طريقة برث مصممة لان تعمل على أساس لا مركزي، بحيث تكون المسئولية عن الأداء موزعة على الإدارات المعنية، ولا تتدخل الإدارة العليا إلا فيما يتعلق بالأداء

العام. وهي بذلك تصلح للمشروعات الكبيرة أو الصغيرة. وبها يمكن التعرف فوراً على الانحرافات عن البرنامج والتجاوزات في التكاليف على مستوى الإدارة المعنية، واتخاذ الإجراء التصحيحي المناسب على هذا المستوى. بدون أن يتأثر البرنامج العام، وإذا كان الانحراف كبيراً لدرجة أن يؤثر على البرنامج العام، يُرسل إخطار فوري لتعويض القصور في أي مجال آخر من مجالات المشروع.

وعندما تضمن التكلفة في طريقة برث يطلق عليها منظومة برث/ تكلفة.

.⊠.영..1-.- ضروريات طريقة برث/ تكلفة

لتكون برث/ تكلفة مجدية ينبغي أن يكون المديرون قادرين على:

- تعريف العمل المطلوب أدائه.
- إعداد برمجة واقعية وتقديرات للتكلفة مبنية على الموارد المتاحة لأداء العمل.
- تحديد المواقع التي توجه إليها الموارد للتحقيق الأمثل للأهداف بالنسبة للوقت والتكلفة والأداء الفني.

- التعرف في الوقت المناسب على التأخيرات المحتملة أو التجاوزات في التكلفة المحتملة ليمكن اتخاذ الإجراء التصحيحي.

كذلك يجب أن يكون المديرون في جميع المستويات قادرين على تحديد:

أ - ما إذا كان الوقت والتكاليف المقدران لإتمام المشروع بأكمله واقعيين.

ب- ما إذا كان المشروع يتمشى مع البرنامج المقرر والتكلفة المقدرة وإذا لم يكن يتمشى فما هو مدى الاختلافات؟

ج- ما إذا كان التخطيط للمتطلبات من العمالة والموارد الأخرى واقعياً لتقليل التكلفة الإضافية والوقت الضائع.

- ما إذا كان من الممكن تحويل القوى المنتجة والموارد الأخرى لتعجيل الأنشطة الحرجة.

هـ- ما إذا كانت العمالة والموارد الأخرى التي تتاح نتيجة للتغييرات في أنشطة المشروع يمكن استخدامها استخداماً فعّالا.

هذا وتستخدم كثير من المنشآت طريقة برث في برامج منتجاتها الجديدة بما في ذلك التصميم والتطوير والاختبار والإنتاج والتوزيع.

تتخذ الخطوات الآتية لتطبيق طريقة برث/ تكلفة:

- تقسيم البنود الأخيرة للمشروع تدريجياً بتفصيل كافي للتخطيط والرقابة الفعّالة.
- تقسيم العناصر في المستوى الأدنى في هيكل تقسيم العمل إلى الأنشطة التي يحتاج إليها تنفيذ المشروع، وهذه الأنشطة تسمى حزم عمل Work Packages والمستوى الأسفل في التقسيم هو الوحدات الأساسية في منظومة برث/ تكلفة لتخطيط التكلفة والرقابة.

تمثل تقسيمات العمل على اللوحة بشبكة من الخطوط والدوائر.

ومدخل التخطيط والرقابة على المشروع على أساس البنود الأخيرة يؤمن أن المشروع بأكمله قد تم التخطيط له، وأن جميع الخطط المستنبطة تساهم مباشرة في تحقيق الأهداف النهائية.

-.1-..⊠. شبكة الأنشطة والأحداث

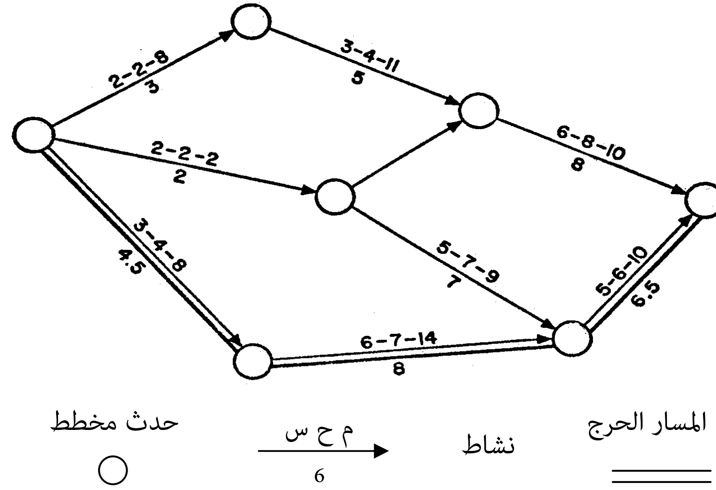
- بعد تفصيص المشروع إلى خطوات عمل تعد شبكة لتبين كيفية تحقيق أهداف المشروع. وإثناء هذه العملية يتم التعرف على مدى اعتماد المهام أو الأنشطة بعضها على البعض الآخر وإظهار ذلك في خطط الشبكة. وتوفر الشبكة كذلك أساساً لتقدير تأثيرات التغيرات في أي جزء من الخطة على المشروع كله.

تتقرر الأحداث المخططة لكل شبكة، وتحدد أوقات الأنشطة لتحقيق كل حدث. وتوجد طرق مختلفة لتحديد الأوقات. إذ يمكن تحديد وقت واحد لحدث ما إلا أنه في حالة المشروع التطويري، الذي ينطوي على عدم تأكد يمكن تقدير ثلاثة أوقات مختلفة. متفائل (م) أكثر احتمالاً (ح) متشائم (ش) ويمكن حساب الوقت المتوقع (ق) من المعادلة.

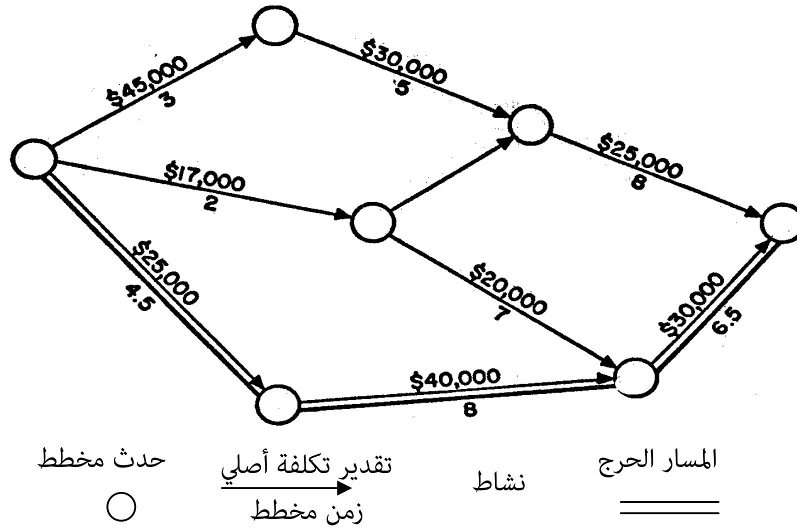
$$ق = \frac{م + 4ح + ش}{6}$$

- بعد حساب تقديرات الوقت، بحسب وقت أطول مسار في الشبكة ويسمى هذا المسار «المسار الحرج» critical path نظراً لأنه لا يمكن تقليل وقت المشروع الكلي إلا بتقليل وقت هذا المسار.

- وبتوضيح هذا المسار الحرج على اللوحة يمكن للمدير المسئول أن يركز على انتباهه على الأحداث التي تؤثر تأثيراً كبيراً على إتمام المشروع في وقته، وتسمى جميع المسارات الأخرى في الشبكة «مسارات مرتاحة» Slack paths لأن أوقاتها أقل من وقت المسار الحرج.



شكل (5-1) **مثال لشبكة «بيرت»**



شكل (5-2) **مثال نموذج لشبكة بيرت/ تكلفة**

5-3.1.3شبكة التكاليف:

- توفر تقديرات التكلفة في منظمة برث/ تكلفة الأساس للتخطيط والرقابة بالنسبة لتكلفة الإنتاج، وهذه التقديرات تعد أولاً بتحديد العمالة والمواد الأخرى التي يحتاجها أداء كل حزمة عمل (نشاط أو مجموعة أنشطة) في البرنامج، ثم تحويلها إلى قيم نقدية للحصول على التكلفة المباشرة لكل حزمة عمل. وبعد ذلك تضاف التكاليف غير المباشرة إلى التكلفة المباشرة لحزمة العمل أو للتكلفة الكلية للمشروع.
- توفر حزم العمل وسيلة لهيئة الإدارة لمقارنة التكلفة الفعلية بالتقدير الأصلي. وتعد تقديرات دورية لتكاليف إتمام كل حزمة عمل، ويدرس موقف كل نشاط في حزمة العمل، ويحلل كل انحراف في البرنامج لتحديد ما إذا كان ينبغي مراجعة الوقت وتقديرات التكلفة الأصليين. وإذا كان سيترتب على الانحراف تأخير في أداء العمل المخطط له تاريخ لاحق، يتم مراجعة تخصيصات الموارد وتقديرات التكلفة والعمالة لحزم العمل اللاحقة.

5-3.1.4تقديم التقارير بالنتائج:

- يعتمد الاستفادة من منظومة برث/ تكلفة على الدقة في تقديم التقارير وتقدير الأحداث المستقبلية، وتتطلب المشروعات الكبيرة التي تنطوي على إدارات كثيرة أو موردين كثيرين منظومة حسوب معقدة لتقديم التقارير والرقابة. أما المشروع الصغير ذو الإدارة الواحدة أو الاثنتان، فيمكن تناوله بمعرفة شخص واحد وباستخدام عدد قليل من النماذج.

ويحدد المدير المختص مجالات المشاكل في المشروع من خلال المراجعة المستمرة للبرنامج. ويتخذ إجراء من الإجراءات الآتية:

- تعديل البرنامج بالنسبة للأنشطة ذات المسار المرتاح لتقليل الحاجة إلى وقت إضافي أو تعيين أفراد جدد.

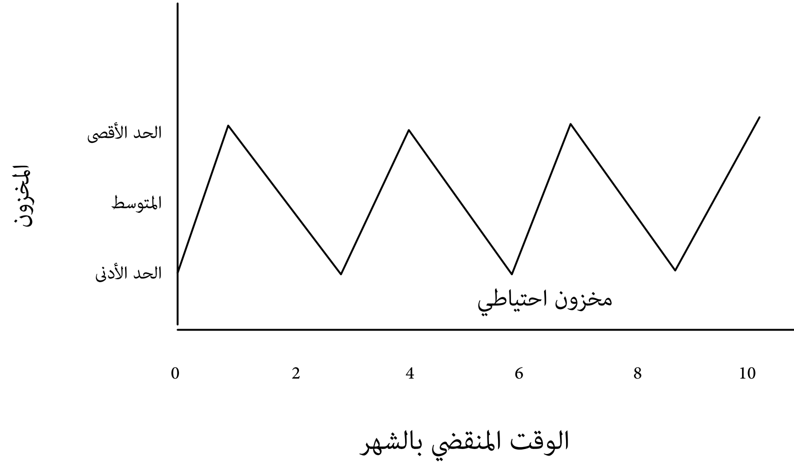
- إعادة تخصيص الاعتمادات والنقل من مجالات العمل التي تمت قبل موعدها إلى مجالات العمل الحرجة.

- مراجعة الموارد المخططة لحزم العمل وإجراء عمليات نقل للموارد القابلة للتبادل بين المسارات الحرجة والمسارات المرتاحة، أو زيادة أو تخفيض الموارد المخططة للأنشطة.
- مراجعة تسلسل الشبكة أو محتواها باستخدام أعداد أكثر أو أقل من الأنشطة المتزامنة أو المتطابقة، أو بتعديل المواصفات أو طرق أداء العمل لتغيير أو حذف أو إضافة أنشطة.

5-3.2 علم عمليات إدارة المواد Rhochrematics

إن التحكم في الإنتاج يسعى إلى إحجام مثلي لدفعة الإنتاج Optimum sizes بأقل تكلفة كلية ومخزون مناسب. ويبين شكل (5-3) النمط الزمني في ظل حل أمثل لمخزون أنشطة.

وبافتراض تكلفة ثابتة لوحدة الناتج (فيما عدا تكاليف البدء والتخزين). وبحد أدنى صفر للمخزون، فإن الحجم الأمثل للدفعة ك، هو:



شكل (5-3)

$$\text{ك} = \frac{\text{الطلب السنوي} \times \text{التكلفة عند البدء للدفعة}}{\text{معامل عندما يكون حيز محجوزاً للحد الأقصى للمخزون}}$$

$$\text{والمعامل} = 0.5 \left(1- \frac{\text{الطلب اليومي}}{\text{معدل الإنتاج أثناء فترة الإنتاج}} \right)$$

(2 × تكلفة التخزين السنوية لوحدة المنتج + العائد المطلوب على رأس المال العامل × تكلفة وحدة الإنتاج).

وتكلفة المواد ومناولتها وتوزيعها تمثل نسبة كبيرة في تكلفة التصنيع، وهي في ازدياد باستمرار، الأمر الذي دعا البلدان المتقدمة لأن تركز على أهمية تعليم وتدريب أخصائيين في التحكم في المواد وتوزيعها ونقلها.

وعلم عملية إدارة المواد هو محاولة للتحكم في المواد علمياً: المواد التي تنقل إلى المصنع، مناولة المواد في المصنع، المواد التي توزع من المصنع، وهو بتتبع المنتج خلال التخزين، تجارة الجملة، تجارة التجزئة، وحتى التسليم للعميل.

وعلم عملية إدارة المواد هو مدخل لتكامل المنظومة بأكملها بحيث يمكن لشركة كبيرة أن تنسق أنشطتها وتقلل تكاليفها الكلية بفعالية مثل شركة صغيرة.

-.1-..1-.☒. **استخدام علم عملية إدارة المواد**

لا توجد فنيات بسيطة لتطبيق علم عملية إدارة المواد، والمدخل الخاص به هو استعراض الحاجة إلى وظيفة بالنسبة لهدف من أهداف الشركة، وبعد ذلك تحديد تكلفة الوظيفة ومساهمتها بالنسبة للوظائف الضرورية الأخرى. فمثلاً يمكن أن يكون المدخل الأساسي هو دراسة العلاقة بين التعبئة والنقل والمناولة. والدراسة قد تظهر الحاجة إلى إجراء تغيير أو حتى الاستغناء عن بعض الوظائف، والعلاقات فيما بين جميع الوظائف، فيما يتعلق بتحويل المواد الخام ونقلها للسوق كسلع تامة الصنع، توفر مجالاً واسعاً للاستكشاف.

والفوائد التي تعزي لعلم عملية إدارة المواد هي تكلفة كلية أقل، خدمة أفضل للعميل ورقابة أحسن لهيئة الإدارة.

5-3.2.2 أهمية تكلفة المواد بالنسبة لنجاح أو فشل المنتج:

في سوق تنافسي، غالباً ما تحدد تكلفة المواد نجاح أو فشل المنتج، وهذه التكلفة نسبية وتتغير مع المنتج، وفيما يلي أهم الاعتبارات التي ينبغي مراعاتها:

- **الاقتصاديات وعملية إدارة المواد**

إن اعتبارات التكلفة تبدأ ابتداءً صحيحاً مع تصميم وهندسة المنتج. وينبغي أن يعاد النظر في تصميم أجزاء المنتج واختبار المواد بمعرفة مهندس القيمة Value engineer قبل الموافقة على المنتج وتصنيعه.

والأمور التي تستوفيها هيئة الإدارة من مهندس التصميم تتعلق بكل من: تأمين اختيار أرخص المواد المناسبة ومناسبة تصميم الجزء لأن يتم استخدام المواد بأرخص الطرق- صب – طرق – درفلة، إمكان استخدام أحجام قياسية.

وتلك التي تستوفيها مع مصمم العدة tool designer هي: أن يراعى في تصميم العدة، تخلف أقل قدر ممكن من الخردة وأن يكون الفقد أقل ما يمكن وأن يكون تسلسل العمليات المتعددة هو الأكثر اقتصاداً.

- **المعايير لعملية إدارة مواد فعّالة**

تزيد أهمية كفاءة عملية إدارة المواد مع زيادة نسبة تكلفة المواد إلى التكلفة الكلية، ومع تعقيد المنتج، وفعالية عملية إدارة المواد تقاس في محيط التكلفة الأصلية والتوريد والنوعية.

- **التكلفة الأصلية**

قد يكلف تشغيل مادة أعلى ثمناً، أقل مما يكلفه تشغيل مادة أرخص. وفي هذه الحالة لا تكون مداركه المادة الأرخص اقتصادية.

ومداركة الكمية الأكبر قد تكون أكثر اقتصاداً. إلا أن الوفورات في التكلفة ينبغي أن تغطي تكلفة رأس المال الإضافي المحتجز في الكمية المخزونة، وتكلفة التخزين، وتكلفة المناولة الإضافية، والأخذ في الاعتبار لاحتمال التقادم.

- **التسليم**

ينبغي الموازنة بين الحالات التي قد يتطلب الأمر فيها دفع علاوة للحصول على التوريدات في الوقت المحدد، وبين الحالات التي قد يترتب عليها احتجاز مبالغ كبيرة في مواد سوف لا يحتاج إليها إلا بعد وقت. إن على مدير المواد الناجح أن يؤمن الالتزام بقدر الإمكان بدورة وضع أمر بالمداركة – توريد عادية.

- **النوعية**

إن مداركة مواد بنوعية متدنية أو من رتبة درجة ثانية بسعر مخفض لا تكون اقتصادية إلا فيما ندر . لأن التفتيش على المواد ورفضها عمليتان مكلفتان. ورفض

وحدة مجمعة بسبب مادة غير مطابقة للمواصفات أكثر تكلفة، والمرفوض يكلف كثيراً كلاً من المشترى والبائع.

5-3.2.3 الاعتبارات الأساسية لنجاح عملية إدارة المواد

والاعتبارات الأساسية الآتية هامة بالنسبة لنجاح عملية إدارة المواد

- تعضيد الإدارة العليا.
- تعاون محاسبة التكاليف في إعداد تكاليف مقارنة للأنشطة الوظيفية الضرورية مثل التعبئة والتغليف - النقل - المناولة - الإعلان للنظر في إمكان تغيير أو حتى الاستغناء عن إحدى الوظائف.
- تشكيل منظومة متكاملة لمناولة المواد.
- تفهم صحيح لأهداف التسويق.

5-3.3 منظومة التفكير التصوري لتحديد وحل المشاكل (Synectie)

إن كلمة Synecties تعبير جديد معناه «توفيق عناصر متعددة بعضها مع البعض الآخر»

من بين الافتراضات العملية لهذه المنظومة الآتي:

- أن القدرة الخلاقة تكاد تكون كامنة في كل منا وعادة بقدر أكبر مما تظن.
- إن النواحي العاطفية وغير المنطقية مهمتان للقدرة الخلاقة بالقدر نفسه مثل النواحي الثقافية والعقلانية.
- إن النواحي العاطفية وغير المنطقية يمكن تطويعهما تطويعاً منظماً عن طريق التدريب والممارسة وخاصة في التفكير المجازي.

وتقول مجلة فورتش Fortune إن هذا التفكير على التعمق في الطبيعة السيكولوجية للقدرة الخلاقة. فمن ناحية، تأتي أحسن الأفكار لكثير من الناس عندما يكونوا غير شاعرين بأنهم يفكرون في المشكلة التي يريدون حلها. وقد ينشأ الإلهام أثناء فترة «حضانة» مثل عندما يكون الشخص قائداً سيارته ذاهباً إلى العمل، أو واقفاً أمام مرآة الحلاقة، إن النظرية تقول أنه في لحظات مثل هذه يعمل العقل الباطن ويحلم ياقظاً ويظهر من اللاوعي أموراً غير عادية عادة ما يكون العقل الواعي قد كبحها. وتوجد بينة على أنه مجموعة من مفاتيح التفكير المنتج، تأتي من هذه الأمور المخزنة لا شعورياً من الخبرة السابقة، وطبقاً لهذه النظرية ليس من الضروري الانتظار حتى يغيب العقل الواعي قبل أن يعمل العقل الباطني عملاً منتجاً، بل أن التفكير التصوري يستحث اللاوعي ويراقبه وهو يعمل .

إن تقنيات التفكير التصوري تشجع حلالي المشاكل على أن يتأرجحوا بين اعتبارات رشيدة للمشكلة الحقيقة، وبين بحث لمشابهات غير رشيدة. وبهذه الطريقة، يوسعوا مدى البحث عن حلول بدلاً من أن يتخبطوا في مساراتهم المعتادة غير المتطورة.

ومن الأسباب الأساسية الإضافية لمدخل المشابهات أنه يوفر الفرصة لناس ذوي خلفيات متعددة لأن يتكلموا لغة واحدة - هي لغة خبرة كل فرد. والاتصال بهذه اللغة ضروري للكثير من المشكلات الحديثة المعقدة التي تكون متداخلة في مجالات عديدة.

هذا ويعزي إلى هذه النظرية أنها توفر مدخلاً لحشد وتوجيه القدرة الخلاقة الكامنة لحل المشاكل الفنية والنظرية أفضل من فن مقارعة الأفكار الذي استخدم لسنوات كثيرة للحصول على حلول بديلة للمشاكل.

5-4 التحليل التخطيطي:

إن التحليل التخطيطي في فكرته العامة هو أحد المساعدات الأكثر استخداماً لتبسيط وحل المشكلات وهو مفيد بشكل خاص في اتخاذ قرارات الإنتاج ومراقبته. وفيما يلي بعض الأسباب لذلك:

- يمكن تقليص كميات كبيرة من البيانات إلى رسومات بيانية بسيطة.
- يمكن للرسومات أن تصور العلاقة الوظيفية بين أكثر من عنصر واحد.
- يمكن للرسومات أن تظهر توزيعات التردد والاحتمالات.
- يمكن للرسومات أن تظهر الخصائص الطبيعية.
- يمكن للرسومات البيانية التي تستخدم الوقت كأساس أن تصور أشياء كثيرة، نشاط سوق الأسهم، الإنتاج، المبيعات، معدل التدفق، توليد واستخدام الكهرباء.

وكان رائد استخدام الرسومات البيانية هو H .L. Gantt وهو أحد رواد حركة الإدارة العلمية أثناء الحرب العالمية الأولى، والرسومات البيانية تستخدم الآن بكثرة في منشآت مزاولة الأعمال ولا توجد حاجة للدخول في وصفها واستخدامها بالتفصيل.

وعندما تزيد المتغيرات تصبح التفاعلات بين القوى التي يجري إعداد رسماً لها، عاملاً. ولذلك فإن استخدام الحسوب في تجميع بيانات مزاولة العمل زاد من استخدام التحليل التخطيطي، نظراً لأن الحسوب يمكنه أن يستوعب بسرعة المتغيرات التي تظهر، والتطورات الحديثة مكنت من استخدام منظومات متنوعة لاسترجاع وعرض المعلومات بالرسم آليا، مما وفر الفرصة للمسئولين في المنشآت لأن يتخذوا قرارات سريعة ودقيقة.

وبيانات مزاولة الأعمال التي تتعلق بالمبيعات وهامش الربح والعائد على صافي القيمة وغيرها يتم توليدها واسترجاعها وتحويلها إلى رسومات ولوحات ملونة وعرضها

على شاشات بواسطة الحسوب خلال فترة قليلة في اجتماعات اتخاذ القرارات. وبذلك يمكن للمسئولين أن يحصلوا على البيانات التي يحتاجون إليها ويقيمونها ويتخذوا القرارات بدون إضاعة وقت. واستخدام الرسومات واللوحات المعدة بواسطة الحسوب تشكل الآن فنيات مزاولة عمل مقبولة لاستخدام التحليل التخطيطي.

5-5 عدم التأكد في الإنتاج

عندما تتوفر الحقائق، يمكن بصفة عامة حل مشاكل الإنتاج، بيد أنه توجد بعض المشاكل يحوم حولها عدم التأكد، وعدم إمكان التنبؤ بها بصرف النظر عن عدد الحقائق المتوفرة. يوجد تفاعلات محتملات لعدم التأكد. الأول، أن يكون ممكناً تقرير أن المشكلة مما لا يمكن التنبؤ بها، بحيث لا يكون هناك إلا رداً حدسياً فقط. الثاني، أن يكون ممكناً تحليل نواحي عدم التأكد المعنية تحليلاً منتظماً، ومحاولة تحليل الاحتمالات، وتقليل الاحتمالات إلى قاعدة إحصائية. وعدم التأكد يختلف في الدرجة من مشكلة إلى أخرى.

وفيما يلي بعض أمثلة لمشكلات إنتاج ذات درجات مختلفة من عدم التأكد.

- ما هو مقدار التجاوز الخاص بالخردة في المواد الخام الذي ينبغي أن يسمح به في البداية، ثم في مرحلة إنتاج حتى يمكن تحقيق العدد المطلوب من القطع المقبولة ولا يكون هناك زيادة أو نقص؟
- ما هو حجم المخزون الذي يحتفظ به؟ فالمخزون الأقل مما يجب يترتب عليه خسارة نتيجة لنقص المبيعات، والمخزون الأكثر من اللازم يعني تحمل تكاليف أكبر للتخزين ولمصاريف الفوائد ومخاطر التعرض للتلف وللتقادم.
- ما هو عدد القطع من دفعة ما ينبغي أن يتم التفتيش عليه لتأمين تحقيق مستوى النوعية والاعتمادية الموصفتين للمنتج؟

وهذه أمثلة قليلة جداً للعدد الكبير من مشاكل عدم التأكد في الإنتاج التي ينبغي إيجاد حل لها كل يوم.

وعدم التأكد يقل مع الخبرة. فمثلاً إذا تم تشغيل عدد كبير من القطع. فإن تجاوز التخريد Scrap allowance يمكن تحديده بدقة لا بأس بها. وبالمثل، إذا كان بند مخزون له حجم مبيعات ثابت لفترة من الوقت، فإن تحديد مستوى المخزون الاقتصادي لا ينطوي إلا على قدر قليل من عدم التأكد.

ويمكن التخلص من عدم التأكد أو تقليله باستخدام نظرية الاحتمالات والإحصائية. وعندما يمكن أن تحل المعادلات الرياضية محل التفسير الشفوي للمشكلة ولا ينطوي الأمر إلا على مجهول واحد، فإن المشكلة يمكن حلها بسهولة. وعندما تزيد المجاهيل أو تصبح معقدة، فإنه يمكن فتح عدد من المداخل مثل:

- تقدير عدد من المجاهيل بدقة كافية لحل المشكلة.
- حل بعض المجاهيل باستخدام نظرية الاحتمالات للوصول إلى حل واحد ممكن أو أكثر.
- الوصول إلى حل باستخدام البرمجة الخطية Linear programming.
- استخدام بحوث العمليات وهذه الفكرة سيتم الكلام عنها في فصل تالي.

ويجدر التنويه بأن من أسباب عدم التأكد التغيرات التقنية. إذ أن كلا من نوعيات وكميات المدخلات والمخرجات تقدر وفق المعلومات التي تكون متوفرة عند اتخاذ القرار، بينما قد تستحدث طرق تقنية جديدة في المستقبل تؤدي إلى تغيير هذه التقديرات.

5-6 عملية الإدارة واتخاذ القرار

5-6.1 عملية الإدارة واتخاذ القرار التنظيمي

5-6.1.1 اتخاذ القرار: محور عملية الإدارة

وجهت نظرية إدارة الأعمال اهتماماً كبيراً إلى المسائل الهيكلية: لوحة التنظيم. وتدريجياً أصبح من الواضح أن هيكل المنشأة ليس له الأهمية نفسها التي للعوامل الأخرى التي تحدد، في التحليل النهائي، نجاح المنشأة أو فشلها. إن روح التعاون، مؤهلات ومهارات الأفراد، استجابتها وتطبعها للأحوال والظروف المتغيرة وأنماط التفاعل فيما بين مديريها وموظفيها وعمالها، وسلسلة أخرى من العوامل النفسية والاجتماعية والثقافية، قد ثبت أنها تلعب دوراً حاسماً في نجاح أو فشل المنشآت والهيئات.

وتحول التركيز في نظرية إدارة الأعمال، جعل اتخاذ القرار مركز الاهتمام لسببين رئيسيين. الأول، أن الدراسات التطبيقية أظهرت أن المنشأة التي لها هياكل متماثلة ووسائل متساوية كان لها درجات نجاح أو فشل غير متساوية، وأن العنصر الحركي الذي يفرق بين أدائها كان هو اتخاذ القرار. والثاني، أن جميع العوامل والمتغيرات (الهيكلية، الإجرائية، الثقافية، الاجتماعية، النفسية) التي تؤثر على عمر المنشأة تضم في عملية اتخاذ القرار وتحدد، بشكل جماعي، ناتجها، أي، القرارات الصحيحة أو غير الصحيحة في الوقت المناسب أو غير المناسب.

وكما ثبت أن القرارات ينبغي أن تكون محور حياة المنشأة، فإنها أصبحت أيضاً محور عملية الإدارة ومهمتها الرئيسية. إن المدير هو أساساً متخذ قرار. ونظرية وممارسة إدارة الأعمال تهتم باتخاذ القرار لسببين. الأول، اتخاذ القرار كوظيفة تنظيمية حيوية، والثاني، اتخاذ القرار كنقطة محورية في تحليل وتقييم الأداءات التنظيمية. ونظراً لأن القرارات هي ناتج لمجموعة عوامل معقدة تتفاعل داخل المنشأة، وبين المنشأة ومحيطها،

فإنه بتحليل ودراسة عملية اتخاذ القرار، يمكن التعرف على القوى والعوامل التي تكيف حياة المنظمة، ويمكن قياس تأثيراتها على أدائها.

5-6.1.2 تصنيف القرارات

إن على المنشأة أن تتخذ قرارات عديدة تغطي موضوعات كثيرة من نقل موظف أو شراء آلة كاتبة إلى إقامة مصنعاً جديداً وتخزين مصنعاً قديماً، تنوع عملياتها، تغيير تشكيلة منتجاتها، إدخال منتجات أو خدمات جديدة أو التوقف عن إنتاج منتجات وخدمات قائمة.

ويمكن ترتيب القرارات وفقاً لأغراض متنوعة (شخصية، مالية، تسويقية، إنتاجية.. الخ) اعتماداً على معايير يمكن استخدامها في هذا الصدد.

ويبين شكل (5-4)، الخصائص الهامة لثلاثة رتب من القرارات، يمكن ترتيب جميع القرارات وفقا لها، إلى: إستراتيجية، تخطيطية لإدارة الأعمال، تشغيلية.

بينما يبين شكل (5-5) تخصيص تبايني للوقت الذي ينبغي أن يبذله عادة المديرون في المستويات المختلفة في مواجهة المشاكل الجارية والمستقبلية. وهذا التخصيص مجرد للبيان فقط ويتغير من منشأة لأخرى.

شكل (5-4) الترتيب العام والخصائص الرئيسية لقرارات التشغيل

الرتبة	التركيز	فترة السريان	المستوى في الهيكل	الموضوعات الرئيسية
إستراتيجية	- علاقة المنشأة مع محيطها على المدى البعيد. - تقرير أهدافاً عامة وأغراضاً. - تحديد عام للتغيرات الداخلية الضرورية لتحقيق الأهداف والأغراض السابقة.	5-20 سنة	مجلس الإدارة المدير العام كبار المديرين	- الأهداف والأغراض التنظيمية. - صورة المنشأة في محيطها. - التوسع والتنويع. - تطوير وتخصيص الموارد. - التخطيط الاستراتيجي.
تخطيطية- إدارة أعمال	- تحقيق الأهداف والأغراض الإستراتيجية عن طريق توقيت التطوير والتخصيص للموارد البشرية والمادية - تحديد الأهداف والأغراض التفصيلية لكل فرع تنظيمي وقسم في نطاق توقيتات زمنية سبق تقريرها.	1-5 سنة	المديرون الكبار والمتوسطون	- التخطيط وإعداد الموازنات. - البحث والتطوير. - تطوير الموارد البشرية. - الاستثمارات، عدم الاستثمار، المداركة، والاندماجات. - تشكيلة المنتجات والخدمات، الهيكل التنظيمي، الاستصلاحات، التحدثيات. - عمليات الإنتاج والتقنيات.

تابع: شكل (4-5) الترتيب العام والخصائص الرئيسية لقرارات التشغيل

الرتبة	التركيز	فترة السريان	المستوى في الهيكل	الموضوعات الرئيسية
تشغيلية	- تشغيل العمليات الجارية واليومية بفعالية وكفاءة. - مواجهة مشكلات التشغيل الناشئة التي تتعارض مع الأهداف المخططة.	0-1 سنة	المديرون المتوسطون والأقل	- الأهداف والأغراض التشغيلية. - أهداف وجداول الإنتاج. - التسعير. - التسويق والعلاقات العامة. - إدارة الأفراد، الأداء، وسائل الرقابة، عمليات إدارة المواد.

مستوى هيئة الإدارة	يومياً	المشاكـــــل						
		أسبوع	شهـر	6-2 شهر	سنـة	2 سنـة	4-3 سنـة	15-5 سنة
المسئول الأول	1%	2%	5%	17%	15%	25%	0%	5%
نائب المسئول الأول	2%	4%	10%	29%	20%	20%	13%	2%
المدير العام	4%	8%	15%	38%	20%	10%	5%	
مدير المصنع	6%	10%	20%	43%	10%	9%	2%	
مدير الفـرع	10%	10%	25%	39%	10%	5%	1%	
مدير المكتب	15%	20%	25%	37%	3%			
المشــرف	38%	40%	15%	5%	2%			

شكل (5-5) : بيان توضيحي للوقت الذي ينبغي أن يخصصه المسئولون الكبار والمديرون لمواجهة المشاكل الجارية والمستقبلية

5-6.1.3 المشاكل الرئيسية في اتخاذ القرار

إن المشاكل الرئيسية التي يواجهها المديرون، وكذلك الطرق التي يستخدمونها في مواجهتها سيتم مناقشتها في البند التالي وهذه الفقرة تحتوي على محاولة لاسترعاء النظر إلى مسائل وأفكار أساسية تتعلق بعملية اتخاذ القرار.

(أ) القرار

القرار هو، في أساسه، اختيار لبديل من بين بديلين أو أكثر فيما يتعلق بمجريات الأمور. إن اتخاذ القرار هو عملية حل مشكلة. والمشكلة هي انحراف عن قياس ما (قاعدة، اتجاه، عرف، خطة، برنامج... الخ)، وسبب المشكلة الرئيسي هو تغيير غير مخطط و/أو غير متوقع . وفي البند التالي وصفاً للخطوات الرئيسية التي تسلكها عملية الاختيار. إن عملية الاختيار تبدأ بالتعرف على المشكلة، أو المشاكل، التي ينبغي مواجهتها وتنتهي ليس بمجرد تبني مجرى للأمور . وإذا لم يتم التخلص من المشكلة، تظل القرارات التي اتخذت غير كاملة، مجرد تمرينات أكاديمية. وقرارات إدارة الأعمال تتوجه لحل المشكلات، واختيار أدائها هو المشكلة وليس الحجج التي تستخدم في اختيار بديل مجريات الأمور، ويظل الاختبار التطبيقي هو المعيار النهائي في اتخاذ القرار.

(ب) المعلومات

في جميع مراحل اتخاذ القرار، يتم البحث باستمرار عن تدفق البيانات والمعلومات. ويكون متخذ القرار التنظيمي (هيئة جماعية أو فرد) حراً، أو على الأقل، ينبغي أن يبدو متحرراً من المشاعر والأحاسيس الشخصية عندما يقرر، ليس فيما يتعلق بشخصه، ولكن فيما يتعلق بالمنشأة التي يمثلها، الأمر الذي يبرز أهمية أن تكون البيانات كاملة ويعتمد عليها. هذا بالإضافة إلى أن متخذ القرار لا يمكنه أن يعرف بنفسه كل شيء عن ماض وحاضر ومستقبل منشآته والبيئة الخاصة بها. إن متخذ القرار يظل جاهلاً

بالحقائق بدون المعلومات الصحيحة والضرورية. والمعلومات ليست مجرد حجماً من البيانات ولكنها منظومة تغطي عملية اتخاذ القرار، وتتكون من مصادر ومعلومات، تدفقات معلومات، اختبارات دقة واعتمادية، معالجة وتنسيق معلومات، تقييم لأهمية المعلومات بالنسبة للعمليات الجارية والمستقبلية، التغذية الخلفية، وأجزاء منظومة المعلومات الأكثر أهمية هي مصادر المعلومات، ومعالجة وتنسيق المعلومات وتقييم أهميتها.

وبالنسبة لمصادر المعلومات، يمكن للمنشأة أن تجمع معلومات من ثلاثة مصادر رئيسية هي:

1- المعلومات المتحكم فيها والمتاحة في داخل المنشأة، أي المعلومات المخزنة في بنك معلوماتها، ملفاتها، محفوظاتها، سجلاتها، تقاريرها، معرفة وذاكرات أفرادها، والمشاكل الرئيسية هنا هي تطوير واستغلال هذا المصدر. إنه المصدر الرئيسي لقرارات العمليات.

2- المصادر المتاحة غير المتحكم فيها، أي المعلومات المتاحة في محيط المنشأة التي يمكن للمنشأة أن تحصل عليها من مصادر خارج نطاق تحكمها (النشرات، التقارير، مؤسسات البحث، البيوت الاستشارية ... الخ). والمشكلة الرئيسية هنا هي التعرف، التحديد، الوصول إلى المصادر. وهذه المعلومات هي المصدر الرئيسي لقرارات التخطيط - إدارة الأعمال.

3- المعلومات غير المتاحة، والمعروفة جزئياً أو غير المعروفة كلية، والتي تتعلق باتجاهات وظواهر ومشاكل وتحديات وفرص لم يتم التعرف عليها بالكامل، ولم يتم حصرها وتحليلها ودراستها لا في داخل المنشأة ولا في محيطها. والمشاكل الرئيسية هنا مشاكل تنظيمية بطبيعتها، أي، كيفية مواكبة عدم التأكد وكيفية ملء ثغرات المعلومات. ونظراً لأن هذا الأمر هو المصدر الرئيسي لقرارات المنشأة الأكثر أهمية، أي القرارات الإستراتيجية، فإن نظرية التنظيم الحديثة ركزت جهودها في تطوير طرق وتقنيات لمواكبته، وتم تسجيل تقدماً كبيراً في هذا الصدد.

(ج) التداؤب Synergy

إن التداؤب يشير إلى ظاهرة يكون فيها ناتج جهود مشتركة لعدد من الناس أو الإدارات أو البرامج أعلى من مجموع أداءات الأجزاء المنفردة قبل التجمع. ويمكن التعبير عن التداؤب حسابياً بأن 2+5=9 أو 2x2=5. فمثلاً إنفاق 10000 دينار على الإعلان أو التدريب لمندوبي المبيعات أو تحسين التعبئة، كل على حدة يمكن أن يزيد المبيعات بنسبة 3% ، 2%، 1% على الترتيب. بينما أن إنفاق 5%، 3%، 2% على الترتيب. وعلى العكس، فإن إنفاق 30000 دينار للجمع بين الإعلان وتدريب مندوبي المبيعات وتحسين التعبئة يمكن أن يزيد المبيعات بنسبة 10%. وعلى الرغم من أن فكرة التداؤب يمكن فهمها بسهولة إلا أن تطبيقها في مواجهة مشكلات تنظيمية ملموسة يصبح صعباً ومعقداً ويحتاج إلى طرق وفنيات متقدمة في التعرف على التجميعات التداؤبية وتقييم ناتجها.

(د) التحديث

يمكن تحقيق التقدم إما بتحسين الوضع القائم (الطريقة، العملية، الهيكل، مهارات الأفراد، الخبرة ... الخ) أو باكتشاف أو إحداث شيئاً جديداً فيما يتعلق بالعلم والتقنية، طرق الإنتاج وفنياته، الهياكل التنظيمية والعمليات، التسويق، الإعلان ... الخ.

إن الاختراعات والتحديثات تساهم أكثر من أي شيء آخر في تقدم البشرية. ومعظم التحديثات والاختراعات القديمة كانت منتجات لأفراد، وهم عادة أنواع غريبة الطباع، لهم أحساساً وانتماء فوق المتوسط للبحث عن الجديد والمجهول، حققوا اكتشافات هامة بواسطة التفاعل المشترك للفرصة، جهود بحث منتظمة، مواهب شخصية ومؤهلات ذهنية، والمخترعات والتحديثات هي منتجات ثانوية للقدرة الخلاقة غالباً ما يكون المكون العاطفي أكثر أهمية من الذكاء، وأن الأفكار والآراء الغريبة، التفكير غير التقليدي وغير المترابط وأحياناً غير المتزن، والعوامل والعمليات النفسية المتفرعة عن الوعي، غالباً ما تلعب دوراً في الاختراعات والتحديثات.

ونظراً لأن البحث الحديث يحتاج إلى مقادير هائلة من الموارد المالية، معامل، معدات فنية وعدد كبير من خبراء متعاونين من تخصصات مختلفة، فإن التحديثات تتحول أكثر فأكثر من الفرد إلى المنشأة. إن البحث والتطوير أصبح تدريجياً مهمة تنظيمية واختصاصاً تنظيمياً. والسؤال المثار هو كيف يمكن لمنشأة يكون فيها كل شيء نظامياً، مهيكلاً، مخططاً، مبرمجاً، أن تطور وتستغل كل هذه الخصال غير المتزنة والعاطفية التي ساهمت في القدرة الخلاقة الفردية.

وقد أثبت التقدم التقني الذي سجل في السنوات الأخير أن المنشأة أظهرت قدرة تحديثية مساوية للقدرة الفردية إن لم تكن أقوى.

وتطوير القدرة التحديثية للمنشأة يتطلب:

1- تفهم أهمية التحديث.

2- تشجيع وحث الجميع على البحث عن التحديثات.

3- جعل التحديثات مهمة نظامية لهيئة الإدارة ومكوناً متكاملاً لاتخاذ القرار.

4- خلق ظروف هيكلية وإجرائية، وكذلك جو عمل، تؤدي إلى التحديث.

5- معرفة وتفهم جميع العوامل التي تساهم في عملية القدرة الخلاقة وتحقيق أعظم استخدام لهذه العوامل.

(هـ) المحاكاة Simulation

عند اتخاذ قرار تكون نتائجه غير معروفة، قد يتم عمل تصور لها أو التنبؤ بها ولكن لا يمكن، بطبيعة الحال، إجراء اختبار واقعي بالنسبة للمستقبل، وهناك مشكلة أخرى في اتخاذ القرار وهي أن المشكلة الأكثر أهمية والأعظم تأثيراً هي التي ينبغي مواجهتها، والمشكلة الأكثر تعقيداً هي مجموعة عوامل ومتغيرات ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار، إلى جانب أن كثيراً من العوامل والظروف المستقبلية تظل غير معروفة أو غير

مؤكده. وقد تم تطوير وسيلة فنية في السنوات الأخيرة وثبتت فائدتها الكبيرة وهي المحاكاة. والمحاكاة طريقة لتقليد جميع العوامل في ظل ظروف متغيرة، وتتم دراسة العواقب التي تنجم عن مجريات أمور متنوعة في ظل ظروف خارجية متنوعة ومتغيرة، وكذلك عواقب التغيرات في الإستراتيجية، الخطط، البرامج، تخصيص الموارد، الهياكل التنظيمية، الطرق الإجرائية، وعملية الإدارة استعارت هذه الفنية من الجيش (الألعاب الإستراتيجية والتكتيكية - ألعاب إدارة الأعمال) وتطبيقها في المشكلات المؤسسية والتنظيمية أصبح مجدياً مع تطور الحسوب.

5-6.2 تحليل عملية اتخاذ القرار وخاصة بالنسبة للقرارات الإستراتيجية والتخطيطية

5-6.2.1 مخططات منطقية وقابلة للتشغيل

تتفق المراجع الخاصة بالإدارة عن أن اتخاذ القرار ينبغي أن يتبع التسلسل المنطقي المبين في الرسم التالي شكل (5-6) الاتخاذ الرشيد للقرار.

وعلى الرغم من أن فائدة هذا المخطط كنموذج نمطي للاتخاذ الرشيد للقرار وكأداة لممارسة علمية نظرية، ليست موضع شك، إلا أن البحث التطبيقي على اتخاذ القرار أظهر أن هذا المخطط قابل للتطبيق فقط بالنسبة للمشكلات البسيطة. إن اتخاذ قرار بالنسبة لمنشأة هو عملية مستمرة لا تنتهي ومعقدة. والمشكلات المنعزلة والبسيطة تشكل حالات غير معتادة. ومعظم المشكلات التي تنشأ تتسبب عن أحوال بيئية معقدة تمر بتغيرات، وهي مستمرة وغالباً ما يكون من الصعب فهمها. ونادراً ما تنشأ المشكلة فجأة وتكون العواقب الناتجة عن القرار التي تتخذ لمواجهتها مقتصرة على التأثيرات المباشرة والملموسة. وجزء كبير من المشاكل الجارية تكون جذوره ممتدة في الماضي، حتى وإن كانت غير ملحوظة، والحلول المعطاة لها تحمل عواقب - أكثر أو أقل - في المستقبل . وإذا كان على متخذي القرار أن يتتبعوا أصول أي مشكلة ويقدروا حجم

شكل (5-6) الاتخاذ الرشيد للقرار



جميع عواقبها المحتملة، فإن هذا العمل يصبح معقداً ومضنياً ويستغرق وقتاً طويلاً. وعادة ينبغي على مسئولي الإدارة أن يتخذوا قرارات تحت إجهادات وضغوط مصالح متضاربة (العاملين، النقابات، أصحاب الأسهم، السلطات المعنية، الرأي العام، العملاء، المنافسين ... الخ).

وفي خلال فترات زمنية قصيرة، ومع عدم توفر معلومات وبيانات كاملة، أي في ظل حالات عدم تأكد. وقد اخترع هؤلاء المسئولون طرقاً تختصر الطريق، في مواجهة هذه المشاكل. وكما في الإحصاءات حيث يمكن أن تحل عينة صغيرة محل حصر السكان بأجمعهم، فإن مسئولي الإدارة تكون لهم القدرة على الانتقاء. فبدلاً من جمع كل البيانات التي قد تكون معنية بالنسبة لمشاكلهم، وتحري جميع البدائل الممكنة وعواقبها، فإنهم غالباً ما يبدءون عملية اتخاذ القرار بالخطوة (7) وليس بالخطوة (1). (أنظر الشكل 56)، أي بقرار مقترح. وبعد ذلك، من خلال مقارنات متتالية، محدودة بالنسبة للمدى الزمني وبالنسبة للأغراض المستهدفة، يحاولون الوصول إلى قرار يبدو أنه الأحسن أو الأكثر نجاعة في الوقت المعني، ويبقون في الذاكرة أنه يمكن عمل تحسينات أثناء مرحلة التنفيذ وتقييم النتائج. وعلى ذلك، يصبح شرط التصحيح جزء من القرار. والتجريب أو القرارات التجريبية شائعة في الحالات المعقدة. والتقليد أو الإشارة إلى ما يفعله الآخرون هو أيضاً ممارسة شائعة. ومتخذ القرار بالنسبة لعملية الإدارة يحاول أن يكسب الوقت ويعمل بأن يستغل أراضي سبق لآخرين أن سبروا غورها.

5-6.2.2 التصنيفات والخصم:

يوفران طريقتين عظيمتي الفائدة في تبسيط مشكلات اتخاذ القرار العويصة. إذ يمكن لمسئول إدارة الأعمال، الذي يصنف المشكلات طبقاً للمجال الذي تقع فيه (استراتيجي، تخطيطي، تشغيلي ... الخ) أن يحد من عدد المتغيرات التي عليه أن يأخذها في الاعتبار وفي الوقت نفسه من المدى الخاص بالمعلومات التي يتطلبها الأمر

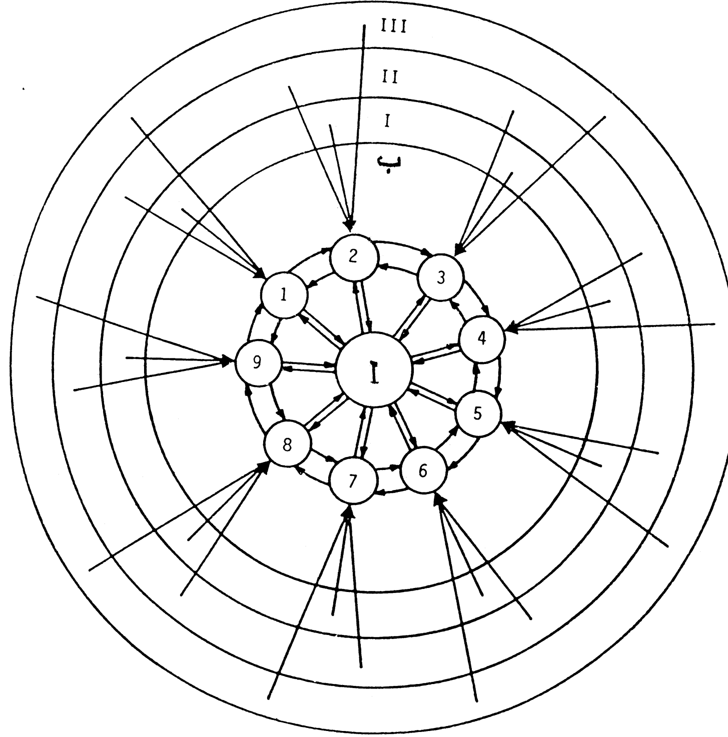
ليقرر الأسبقيات في مواجهة حالات مشاكل معقدة. وبالنسبة للقرارات الإستراتيجية عليه أن يغطي حزمة المتغيرات كلها والبيانات كلها التي ترجع إلى علاقات منشآته مع محيطها، إلا أنه يمكنه أن يحد من استبياناته بالنسبة للمسائل العامة التي ترجع فقط للأغراض الإستراتيجية. وفي اتخاذ قرار التخطيط، عليه ألا يذهب لأبعد من الأهداف الإستراتيجية المقررة فعلاً والتي تتعلق أكثر بالتفصيلات الخاصة بتنفيذ هذه الأهداف التي توفر إطاراً مرجعاً لجميع قرارات التخطيط التالية. وبالنسبة للقرارات التشغيلية، لا تذهب الاستبيانات لأبعد من أهداف التخطيط المقررة، البرامج، أهداف الإنتاج.

وبالإضافة إلى هذه الطرق التطبيقية، يستخدم مسئول إدارة الأعمال بطبيعة الحال، مجموعة من الطرق الرياضية والإحصائية المعروفة حتى يواكب مشاكل عدم التأكد، التعرف على الاتجاهات، الاعتماد البيني للمتغيرات التي تدخل في المشاكل والتقدير الكمي والتقييم للأسباب والتأثيرات. واتخاذ القرار التنظيمي هو في الحقيقية عملية دائرية متعددة الأبعاد وهي مبينة في الشكل (5-7).

والتدفق والمعالجة للمعلومات لا يتبع الاتجاه الخطي المبين في الشكل (5-6)، ولكنه يتبع الاتجاه الدائري في شكل (5-7). ونقطة البدء لآلية اتخاذ القرار يمكن أن تكون أي خطوة من الخطوات التسع المبنية في شكل (5-6) وليس دائماً بالضرورة الخطوة (1). ومدخلات المعلومات ومخرجات القرارات تجري باستمرار، بينما، أثناء العملية بأكملها، تتخذ قرارات وسيطة متعددة أي، قرارات على القرارات.

5-6.2.3 إطار لتنظيم وإدارة منظومة اتخاذ قرار متكاملة

تتخذ القـرارات التنظيميـة بواسـطة مجموعـة مـن الكيانـات الجماعيـة (مجلـس، لجان.. الخ) وأفراد (مديرون عامون، مديرون، ... الخ) في سلسـلة هيئـة الإدارة بأكملهـا، وتكون الأماكن التي تتخذ فيها القرارات، وما ترتبط به من علاقات رسمية وغير رسـمية، هيكـل منظومـة اتخـاذ القـرار للمنشـأة، ويعتمـد تشـغيل المنظومـة تشـغيلاً صـحيحاً



أ= عملية اتخاذ القرار

ب= مصادر المعلومات

I. بيانات متحكم فيها (ملفات، محفوظات، بنوك بيانات، معرفة المديرين والمساعدين والعاملين).

II. بيانات متاحة (ليست متاحة داخل المنشأة ولكن يمكن أن توجد في محيط المنشأة (كتب، نشرات، تقارير، دراسات ... الخ).

III. بيانات غير متاحة وغير معروفة وغير مؤكدة (إنها تشير إلى اتجاهات، تطويرات، ظواهر.. الخ، وهي مدروسة دراسة غير كاملة وكذلك تحليلها ومعرفتها وإحصائها.

← تدفقات معلومات.

شكل (5-7) مخطط تشغيلي لاتخاذ القرار

ونوعية ناتجها (القرارات) على عوامل كثيرة مثل صحة أماكن نقط اتخاذ القرار، أنماط التفاعلات، تدفق المعلومات، كمية ونوعية مدخلات المعلومات، النهج المطبق في جمع ومطابقة المعلومات، مؤهلات وتعليم وتدريب متخذي القرارات، الوسائل الفنية المستخدمة (الملفات، بنوك البيانات، الحواسب... الخ). وفي تنظيم منظومة اتخاذ القرار لمنشأة جديدة أو في مراجعة منظومة منشأة قائمة، ينبغي أن تؤخذ جميع هذه العوامل في الاعتبار.

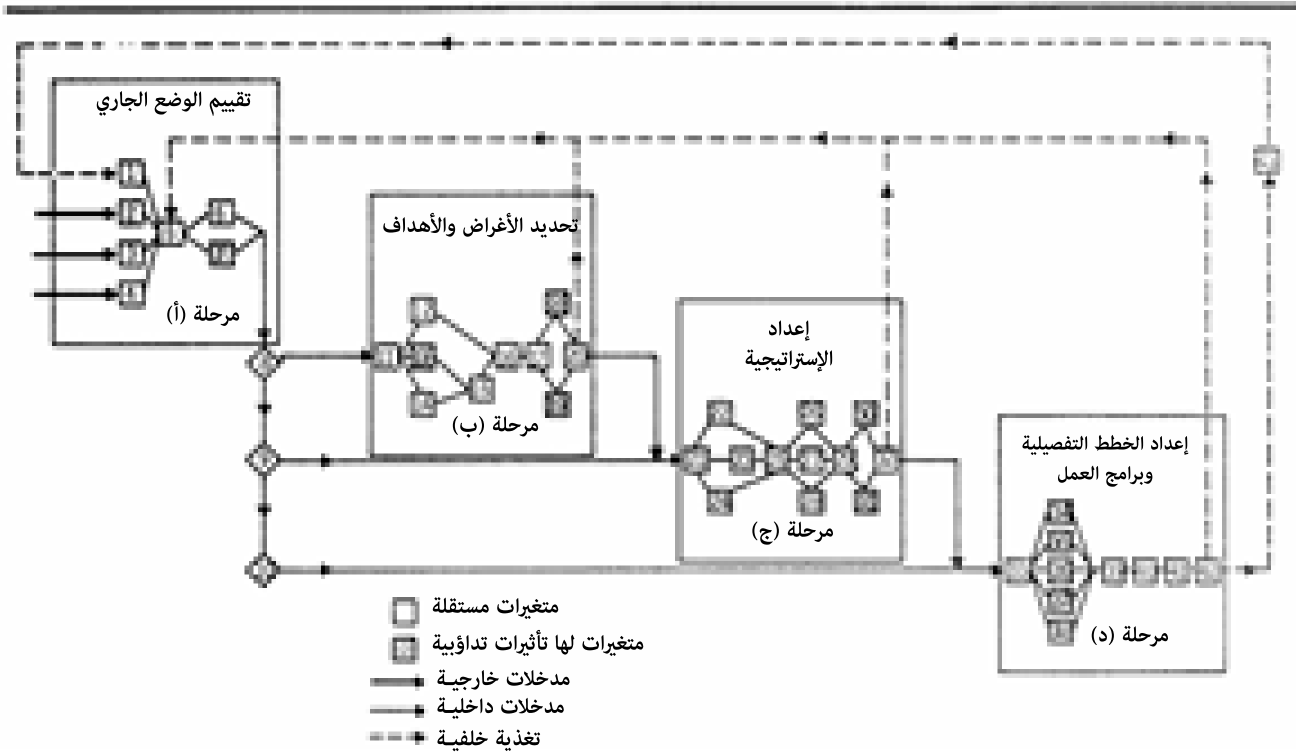
في تنظيم وإدارة منظومة اتخاذ القرار، يمكن إتباع الخطوات التالية:

1- ما هو نوع القرارات، وفي أي تسلسل، ينبغي على منشأة معينة أن تتخذ قراراتها. إن شكل (5-8) معدلاً طبقاً للخصائص المعنية، الأحوال والمشاكل البيئة الخاصة بمنشأة معينة، يقدم إطار عمل مفيد في التعرف على، تحليل وتنظيم أو إعادة تنظيم عملية اتخاذ قرارات متكاملة. ويوفر الفرصة للتعرف على هوية عملية اتخاذ القرار لمنشأة.

2- بعد التعرف على والتخطيط لعملية اتخاذ قرار صحيحة، حيث يمثل كل مستطيل في شكل (5-6) في حد ذاته عملية إدارة، ينبغي إعطاء إجابات على جميع الأسئلة التي يحتويها شكل (5-9).

3- إعادة التجميع والنسخ للإجابات المعطاة وفقاً لوصف الواجبات للمسئولين والمديرين في المنشأة ولأدلة الإجراءات الخاصة بها.

4- التنفيذ والاختبار والمراجعة للمنظومة طبقاً لتحليل وتقييم نتائج تشغيلها.



شكل (8-5) عملية اتخاذ قرار متكاملة

بيان الأرقام في شكل (8-5)

مرحلة (أ)

1- تحليل الوضع الجاري للمنشأة في نطاق محيطها (الحصة في السوق، السمعة، العوائد، الشكاوى، الاتجاهات التطويرية، النظرة العامة إليها، القدرة الكامنة .. الخ).

2- تحليل الوضع الحالي والتطلعات للمنافسين (الموقف في السوق، الانجازات، الخطط، القوة الكامنة... الخ)

3- اتجاهات وتطلعات الاقتصاد والمحيط الاجتماعي - الاقتصادي.

4- التطويرات والتطلعات التقنية.

5- التحديات والتهديدات والفرص الناشئة بسبب التأثيرات المجمعة للعوامل 1-4.

6- تأثير المشاكل التي يُتعرف عليها في 5 على الموقف المستقبلي والعلاقات الخاصة بالمنشأة مع المحيط (الرأي العام، السوق، جماعات الضغط، الاتحادات .. الخ).

7- تأثير المشاكل نفسها على التأثير التداؤبي للبرامج والعمليات الجارية (تشكيلة المنتجات أو الخدمات، العمليات المتنوعة، العوائد الفرعية والإجمالية ..الخ).

8- تحديد الأغراض التنظيمية (هل يحتاج الأمر إلى أغراض جديدة أم أن الأغراض الحالية تكفي لمواجهة المشاكل الناشئة في 6، 7؟).

9- إعداد الإستراتيجية التنظيمية (هل يحتاج الأمر إلى إستراتيجية جديدة أو أن الإستراتيجية القائمة توفر إجابة مرضية للمشاكل 6، 7؟).

10- تغيير أو عدم تغيير الأغراض والإستراتيجية (هل من الضروري تغيير خطط وبرامج تفصيلية؟ وإذا كان هناك تغيير فما هي التغييرات التي تلزم؟).

مرحلة (ب)

11- التعرف على مجالات، خطوط، منتجات، خدمات - يمكن للمنشأة بالنسبة لها، أن تطور وتوسع أنشطتها.

12- التطلعات في كل مجال (الأرباح، السمعة، التدفقات النقدية، معدلات النمو.. الخ).

13- التقييم الموضوعي لهذه التطلعات (ما يمكن لمنشأة جيدة التنظيم والإدارة لديها جميع الوسائل الضرورية أن تنجزه؟).

14- التقييم الشخصي لهذه التطلعات (ما يمكن لمنشأة معينة أن تنجزه آخذة في الحسبان نقط القوة والضعف فيها؟).

15- مقارنة التقييمات الموضوعية والشخصية للإنجازات المتطلع لها، بغرض التعرف على المجالات، الخطوط، المنتجات والخدمات، التي تمثل لمنشأة معينة، أفضل الفرص للنجاح بالنسبة لها.

16- تحليل التطلعات في كل مجال، خط، منتج وخدمة على أساس مجموعة معايير سبق تقريرها (الأرباح، التدفقات النقدية، التوسع، الاستقرار، المرونة، السمعة، المظهر .. الخ).

17- تحليل وتقييم تجميعات متنوعة للنشاطات وكذلك تشكيلات المنتج والخدمة نظراً لأن العوائد الإجمالية يمكن تعظيمها أو تحسينها.

18- التطلعات بالنسبة لكل تجميعه من حيث الوسائل، القوة والضعف لمنشأة معينة.

19- أي من الخدمات السابقة توفر أفضل تأثير تداؤبي وعوائد إجمالية؟

20- تحديد أغراض وأهداف المنشأة.

مرحلة (ج)

21- التطلعات التجارية لكل منتج بمفرده وخدمة بمفردها.

22- تنبؤات وتقييمات للتطلعات التجارية المستقبلية لكل منتج وخدمة.

23- النجاحات أو الإخفاقات الخاصة بالمنافسين في تسويق المنتجات والخدمات السابقة.

24- التنبؤات والتقييمات الخاصة بنقط القوة والضعف الخاصة بالمنافسين في المستقبل بالنسبة لمواقف هذه المنتجات والخدمات في السوق.

25- ما هي التغييرات والتحديثات الضرورية التي يحتاج إليها البحث والتطوير، تقنية وتنظيم الإنتاج، التسويق والعلاقات العامة، التمويل، التنظيم والإدارة، حتى يمكن لمنشأة معينة أن تحقق أعظم أو أمثل نجاح.

26- الوسائل الحالية والفنية التي يحتاج إليها الأمر لتحقيق هذا النجاح.

27- ما يمكن أن يكون عليه الوضع التنافسي لهذه المنشأة المعنية بعد تنفيذ التغييرات والتحديثات المبينة في 25 ، 26 .

28- إذا تم تنفيذ التغييرات والتحديثات المبينة في 25 ، 26 ما يمكن أن تكون عليه الصورة بين التطلعات الموضوعية والشخصية لكل منتج (أنظر أيضا 15).

29- التعرف على الاستراتيجيات البديلة.

30- تقييم وقياس التأثير التداؤبي لكل إستراتيجية بديلة على خطوط منتجات وخدمات معينة.

31- تقييم وقياس التأثير التداؤبي الإجمالي لكل تقنية بديلة.

32- اختيار ووصف الإستراتيجية التي تنفذ.

مرحلة (د)

33- التعرف على وحصر التغييرات والتحديثات التي تلزم للإنتاج، التوزيع والتسويق لكل منتج وخدمة.

34- إعداد وتنفيذ خطط وبرامج البحث والتطوير بالنسبة إلى 32 ، 33.

35- تحديد وتنفيذ التغيرات، التحديثات، الخطط والبرامج الخاصة بالتقنية والتنظيم فيما يتعلق بالإنتاج بالنسبة إلى 32 و 33.

36- تحديد وتنفيذ التغييرات، التحديثات، وخطط وبرامج التسويق بالنسبة إلى 32 و 33.

37- تحديد وتنفيذ التغييرات، التحديثات، وخطط وبرامج الموارد المالية بالنسبة إلى 32 و 33.

38- تحديد وتنفيذ التغييرات، التحديثات، وخطط وبرامج المتعلقة بالتنظيم والإدارة الخاصين بالمنشأة بالنسبة إلى 32 و 33.

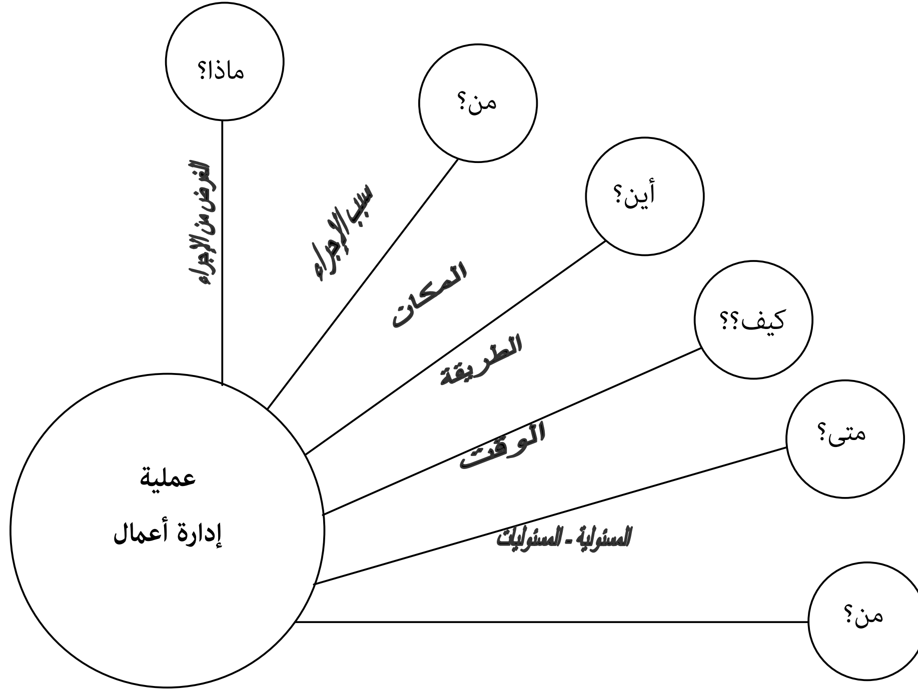
39- تخليق 34 - 38 في مسودات خطط وبرامج عمل.

40- توقيت ومطابقة التكلفة بالنسبة لمسودات الخطط والبرامج السابقة.

41- تحليل ارتجاعي، تقييم ومراجعة للخطط والبرامج 39 - 40 بالنسبة للأغراض التنظيمية، الأهداف والإستراتيجية (20 و 32).

42- إعداد خطط وبرامج نهائية وتفصيلية.

43- تنفيذ الخطط والبرامج النهائية والتفصيلية.



ملاحظة: يمكن تقسيم السؤال إلى الأسئلة الفرعية الآتية:

1- ما الذي نفعله حتى الآن؟

2- ما الذي يفعله الآخرون؟

3- هل هناك طريقة أخرى أفضل لأداء الأشياء؟

شكل (5-9) العناصر الأساسية لعمليات إدارة الأعمال

5-6.3 العمليات التشغيلية اليومية ودور هيئة الإدارة

5-6.3.1 النماذج المعيارية ونماذج التصرف Normative and Behavior Models

إن نظرية إدارة الأعمال التقليدية، في تقديمها لتصنيف واضح للواجبات والطرق التشغيلية لعملية الإدارة، غالباً ما قدمت صورة مشوهة لحقيقة عالم المنشآت وحياتها، مثل ما اعتبر أنه مُسَلَم به من أن هيئة الإدارة العليا ينبغي أن تكون لحد ما مجردة، وتكرس نشاطها لمسائل الإستراتيجية والتخطيط بعيدة المدى، وتتحاشى التورط في العمليات الجارية، ومن أن هيئة الإدارة الأدنى ينبغي أن تنشغل بعمليات التحكم المتكررة.

إن من مارس العمل في المنشآت يعرف أن هذا التمييز هو أحياناً اختيارياً، نظراً لأن المسائل التنظيمية مخلطة لدرجة أنه غالباً ما يقضي الرئيس الأعلى وقتاً يعالج فيه أموراً تنظيمية متدنية المستوى جداً، لأنه يشعر أنه يجب أن يفعل ذلك (مثلاً، نقل موظف يصادف أن يكون قريباً لأحد المسئولين ذوي النفوذ)، أو عندما يندفع بعض العاملين لمكتب مدير كبير ليسترعوا اهتمامه لأمر، لا يدخل في نطاق عملهم، ولكنهم يشعرون بأن عليهم أن يفعلوا ذلك باعتبار أنهم موظفون جيدون.

وحتى وإن كانت هذه التداخلات تتعارض مع المبادئ المعيارية لعمليتي التنظيم والإدارة الجيدتين، إلا أن المديرين يسلمون بأنها أحياناً تكون ضرورية للإبقاء على قنوات الاتصالات التنظيمية الداخلية مفتوحة، ولتفادي المنازعات، وللمحافظة على الطابع الشخصي في العلاقات الإنسانية للمنشأة.

وعلى الرغم من أن ذلك حقيقة تنظيمية لا يمكن تجاهلها أو الهروب منها، إلا أنه من الناحية الأخرى، من المفهوم أنه إذا ظلت جميع هذه التدخلات بدون تحكم، وتركت للفرصة والحماقات الفردية، فإن الفوضى والتضارب قد يعمان.

إن مبادئ الإدارة في القائمة التالية توفر مرشداً مفيداً في إعداد تصور لسلوك هيئة الإدارة في مواجهة مشكلات من هذا النوع. وهذه المبادئ ليست أكثر من مجرد خطوط إرشادية. لأن كل مدير له دائماً نمط شخصي للإدارة يحاول بواسطته أن يضبط سلوكه لحقائق المنشأة التي ينتمي إليها من ناحية، ولشخصيته من الناحية الأخرى.

قائمة مبادئ الإدارة

الإدارة العليا

1- الاهتمام الرئيسي: الأغراض، الأهداف، العلاقات الإستراتيجية التنظيمية للمنشأة مع محيطها.

2- تكريس وقتاً للتفكير، قراءة التقارير واتخاذ القرار أكثر من التنفيذ.

3- التحاشي الدقيق والدؤوب للتورط في العمليات.

4- الاستغلال الكامل للعمل الوظيفي المعاون.

5- قصر الاجتماعات والاتصالات مع المعاونين على الأغراض العامة بعيدة المدى وليس العمليات اليومية.

6- إعداد خطط بعيدة المدى.

7- إصدار خطوط إرشادية وليس تعليمات.

8- تحديد الأغراض ووسائل التحكم بطريقة يمكن معها تحاشي التورط المشارك في العمليات الروتينية.

9- أعمال التفتيش والزيارات ينبغي أن يكون لها صبغة استشارية وليست عقابية.

10- تقييم المعاونين على أساس التطلعات بالنسبة لهم ومؤهلاتهم كمسئولين مستقبليين وليس كموظفين مستمرين في الوظيفة.

الإدارة المتوسطة

1- الاهتمام الرئيسي: تفصيل وتنفيذ الخطط الجارية والبرامج والمشروعات.

2- تكريس وقت للبرمجة والجدولة أكثر من التعامل مع العمليات اليومية.

3- قصر التورط في العمليات والاتصالات والاجتماعات مع المعاونين على تسوية المشاكل وغلق الثغرات بين النواتج والأهداف المخططة.

4- إعطاء مبادأة كاملة للمعاونين وتركهم ليواجهوا مشاكلهم ولكن مع توضيح الاتجاهات المفضَّلة والمناسبة.

5- تقييم العمليات عن طريق تحليل التقارير اليومية والأسبوعية والشهرية.

6- قبل اتخاذ قرار، مشاورة الزملاء والمعاونين.

7- توفيق البرامج والمشروعات الخاصة مع البرامج والمشروعات العامة.

8- إصدار تعليمات للمعاونين.

9- إعطاء أولوية للمسائل العاجلة والفورية.

10- تقييم الأفراد على أساس مؤهلاتهم للترقي.

الإدارة الدنيـا

1- الاهتمام الرئيسي: تنفيذ البرامج والمشروعات الجارية في حدود الجداول والقواعد والمعايير المقررة.

2- جدولة الإنتاج والعمليات اليومية على أساس الأهداف المقررة بمعرفة المستوى الأعلى.

3- تخصيص واجبات معرَّفة بدقة للمعاونين.

4- التحكم باستمرار في النتائج.

5- اتخاذ الإجراءات التصحيحية مباشرة.

6- الإبقاء على اتصالات مستمرة ومباشرة مع المعاونين.

7- تقييم الأفراد على أساس الاحتياجات والأداءات المباشرة.

8- التدقيق المستمر ما إذا كانت الأهداف والواجبات والتوجيهات المقررة بمعرفة المستوى الأعلى منفذة بالكامل.

9- تدقيق ما إذا كانت النماذج وتقارير التحكم تعد بدقة وفي الوقت المحدد.

10- تدقيق الالتزام بمعايير وقياسيات النوعية.

5-6.3.2 حدود وسقطات سلوك إدارة الأعمال

إن تقبل بعض الانحرافات في سلوك إدارة الأعمال عن القواعد القياسية والأنماط المعيارية باعتبارها تصرفات تطويعية وضبطية ضرورية، يقتضيها مراعاة بعض نزعات بشرية معينة في مواجهة المواقف الشائكة:

1- ينزع الناس لتحاشي مواقف، يتهربون منها بحجة أن لديهم أشياء كثيرة يفعلونها، ومشاكل عاجلة عليهم أن يحلونها.

2- ينزع الناس لأن يوجهوا اهتماماً غير متوازناً للمشاكل التي يواجهونها بسبب مؤهلاتهم، خبرتهم، خلفيتهم، تعليمهم... الخ. فمثلاً المهندس الذي يرقي إلى موقع إدارة يمكن أن يوجه اهتماماً رئيسياً لمشاكل هندسية أقل أهمية بينما يوجه اهتماماً أقل لمشاكل تسويق أو إدارة أعمال أو إمداد.

3- ينزع الناس لأن يتمتعوا بمسرات الحياة اليومية الصغيرة بأن يظهروا سلوكاً حيوياً بقيامهم بفعل أشياء كثيرة وإقحام أنفسهم في مشاكل كثيرة، وهو سلوك يوفر لهم رضاء «حلالي المشاكل» بصرف النظر عن أن هذه المشاكل ليست ذات أهمية أو لها أهمية قليلة.

4- نماذج السلوك المستقرة. على الرغم من أن كثيراً من المديرين يودون أن يتصرفوا بطريقة مختلفة عن الطريقة التي يتصرفون بها، إلا أن حريتهم في اختيار أنماط

السلوك يحدها أنماط سلوك استقرت وتم قبولها. وهذه الأنماط هي منتجات ثانوية للتقاليد بشبكات سلطة وعادات اجتماعية وتنظيمية وثقافية.

5-6.3.3 كفاءة الهندسة وإدارة الأعمال

ركزت نظرية إدارة الأعمال المبكرة، متأثرة بالآلة وقوانين عالم الطبيعة، بالنسبة لتحديد سلوك إدارة الأعمال الصحيح، على الكفاءة، أي القيمة الاقتصادية للنتائج مقسومة على تكاليف المدخلات الضرورية. وكل مدير يتخذ قراراً أو يجري إجراء ينبغي أن يفكر ويمكنه أن يجد دائماً الحل الصحيح وفقاً لهذه المعادلة البسيطة. ونظراً لأن المديرين ينبغي أن ينزعوا للإنتاج والفائض، فإن مفهوم الكفاءة يبدو معقولاً وجذاباً جداً.

وبينما بدت فكرة الكفاءة، مقاسة على أساس كمي أو مالي، منطقية ورشيدة، إلا أن كثيرين من المديرين اكتشفوا أن تطبيقها العملي ليس سهلاً كما يبدو نظرياً، فهل من التفكير السليم فصل موظف غير كفء إذا كان فصله سيثير متاعب؟ وهل من التفكير السليم ترقية موظف كفء على الرغم من أنه غير محبوب من زملائه؟. وهل من التفكير السليم بيع منتجات بأقل من تكلفها وتحمل خسارة بالفرق إذا كان سيترتب على ذلك عدم اتخاذ قرار بالاستغناء عن بعض العاملين، وهو قرار قد يسبب عدم الرضا في المنشأة.

إن جميع هذه الأسئلة وسلسلة من الدراسات المتعلقة بالنواحي الاجتماعية النفسية والثقافية للمنشأة أثبتت أن المفاهيم التقليدية للتفكير السليم والكفاءة الهندسية كانت من الضحالة بحيث لم تقدم للمديرين نموذجاً سلوكياً يكفي لأن يستوعب المواقف العصيبة التي يواجهونها. إن الكفاءة الهندسية والاقتصادية ينبغي أن تكون أحد الاعتبارات الأساسية لمدير معني بالإنتاج بالفائض في اتخاذ قراراته وتصرفاته، إلا أنها لا تكون كافية دائماً. وهناك سلسلة من العوامل الأخرى، اجتماعية، سياسية، نفسية،

ثقافية ينبغي أخذها في الاعتبار. وهذا مفهوم إدارة الأعمال الرشيدة، التي تختلف عن المفاهيم التقليدية للتفكير الرشيد لأنه يأخذ في الحسبان سلسلة إضافية من الحقائق، وهي الحقائق المتعلقة بالأحاسيس، السياسات، السلطة، ديناميات الجماعة، العلاقات الاجتماعية... الخ. وبعبارة أخرى، إن بيانات العلوم الاجتماعية هي حقيقة للمدير سليم التفكير، مثل حقيقة أن الصلب يحتوي على كربون.

5-6.3.4 التعقيد التنظيمي

وجهت نظرية إدارة الأعمال التقليدية اهتماماً رئيسياً للأغراض الرسمية، العلاقات الهرمية الرسمية، وشبكة سلطة للمنشأة. وتدريجياً أصبح من الواضح أن ما يسمى تنظيم Organization هو شبكة معقدة من منظومات متشابكة طبقة فوق طبقة. وبجانب المنظومات الرسمية (اللوحة التنظيمية) تتواجد منظومات غير نظامية تتداخل معها، وهذه هي منظومات السلطة الفعلية، منظومة العلاقات الشخصية بين أفراد المجتمع، المنظومة الوظيفية (الأفراد الأقوى نفوذاً بسبب تعليمهم الأفضل ومعارفهم وعلاقاتهم المهنية)، المنظومة الثقافية على مستوى المنشأة (أنماط سلوكية مستقرة منذ أمد بعيد، عادات، تقاليد)، منظومة الاتصالات (من يملك المعلومات ولمن يعطيها).

والمدير الذي ينغلق على التعامل مع المنظومة الرسمية فقط، يكون مصيره الفشل إذا لم يقدر على التعامل بكفاءة مع مجمَّع المنظومات المتراصة بأكمله.

5-6.3.5 القواعد المعيارية للسلوك اليومي لإدارة الأعمال

عن المديرين الذين يخوضون سلسلة من المشاكل المعقدة التي تنشأ يومياً، يحتاجون إلى بعض خطوط إرشادية ليتحاشوا أن يضيعوا فيها ويكتسحهم تدفق المشاكل المطلوب منهم أن يحلونها. والقواعد الواردة في القائمة السابقة توفر خطاً إرشادياً مفيداً في هذا الصدد. وبالإضافة إلى هذه القواعد، يمكن أن تكون القواعد العامة الآتية أيضاً مفيدة:

1- ينبغي أن ينظم المديرون الكبار أعمالهم وأن يقحموا أنفسهم في المشاكل اليومية بطريقة تمكنهم من أن يؤدوا «عملية الإدارة بالاستثناء» (Management by exception)، أي أن يقحموا أنفسهم في الحالات الاستثنائية التي لا يمكن لمعاونيهم أن يتعاملوا معها.

2- ينبغي أن يرجع المديرون المتوسطون في المشاكل الاستثنائية إلى رؤسائهم ويحيلوا المشكلات الروتينية لمعاونيهم ويتعاملوا هم أساساً مع تنفيذ الأغراض والأهداف التنظيمية، ومع تقييم نتائج التشغيل بالنسبة للأغراض والأهداف التنظيمية.

3- ينبغي أن يتعامل المديرون في المستوى الأدنى مع المشكلات المتعلقة أساساً بالكفاءة الهندسية والاقتصادية لعملياتهم وكذلك مع المشكلات الأخرى الروتينية المتكررة ويحيلوا المشكلات الباقية إلى رؤسائهم.

الفصل السادس

6- الإدارة العلمية وحل المشاكل

6-1 مقدمة

إن التفكير الخلاق في المسببات لحل مشاكل الإنتاج المعقدة، قد لا يكفي فإنه قد يؤدي إلى عدة طرق لتحقيق الهدف، إلا أنه لا يبين أيها سيعطي أحسن النتائج، بيد أنه توجد مداخل رياضية لحل مشاكل الإدارة والإنتاج تطورت تطوراً كبيراً في السنوات الأخيرة.

ومن الأمور الهامة أن يكون الوقت والجهد الذي يبذل في حل المشكلة مبرراً، فإذا كان الإنتاج موضوع المشكلة صغيراً وتكلفته قليلة فإن تكلفة الحل ينبغي أن تكون قليلة.

ولما كانت الإدارة الحديثة تنطوي على مشاكل كثيرة يتوقف على حلها نجاح أو فشل المشروع أو المنشأة، فإنه ينبغي أن تكون قراراتها دقيقة؛ ومن أمثلتها:

- ما هي السلع الاستهلاكية التي ينبغي إنتاجها؟
- ما هو نوع المنشأة التي يحقق أكبر فاعلية؟
- ما هي المعدات الرأسمالية والإمكانات الإنتاجية التي ينبغي الحصول عليها؟ ومتى؟
- ما هي الأجزاء التي تنتج في المصنع؟ وما هي الأجزاء التي تشتري؟
- ما هي حدود النوعية التي ينبغي فرضها لتقليل التكلفة التي تضيع في إنتاج فاقد أو معيب؟
- ما هي مستويات المخزون وحجم دفعات الشراء من المواد الخام التي ينبغي إتباعها؟
- ما هي قابلية الخدمة الأكثر فاعلية لخط الانتظار وعمليات الاصطفاف؟

ويجدر التنويه بأن بعض القرارات التي تبدو بسيطة في قسم من أقسام المنشأة، قد تؤثر على المنشأة كلها، فمثلاً إذا روجع شراء المواد أو مستوى المخزون، فإن السلع التي يجري إنتاجها قد تتأثر وكذلك إذا روجع مستوى النوعية في التصنيع، فإن السوق قد يتأثر.

6-2 الإدارة العلمية - بحوث العمليات

يطلق اصطلاح الإدارة العلمية على عملية معالجة المشاكل كمياً والتوصل إلى حلول رياضية لها، واتخاذ قرارات في شأنها، ويقوم بها فريق من العلماء في مختلف التخصصات. وتعطي الجامعات دراسات في بحوث العمليات التي تطبق في الإدارة الصناعية. وتعرَّف بحوث العمليات عندما تطبق على الإنتاج وإدارة الإنتاج بأنها تطبيق الطرق العلمية على مشاكل العمليات التي تنطوي على منظومات متكاملة من الأفراد والآلات والمواد.

أصبح الحسوب أداة أساسية في تطبيق بحوث العمليات وفتح مجالات جديدة لتطبيقاتها بحيث يصعب حصرها. فضلاً عن أنها تتجدد باستمرار. ولذلك يمكن أن يُقتصر على التعريف بمبادئها الأصلية فقط.

وقد بنيت بحوث العمليات على أربعة أدوات أساسية هي:

- نظرية منظومات التغذية العكسية للمعلومات.
- معرفة لعمليات اتخاذ القرار.
- مدخل النموذج التجريبي للمنظومات المعقدة.
- الحسوب كوسيلة لمحاكاة النماذج الرياضية الواقعية.

6-2.1 التغذية العكسية للمعلومات والتحكم

إن نظرية التغذية العكسية للمعلومات استخدمت من سنوات لحل والتحكم في

عمليات كثيرة في الهندسة الميكانيكية والكهربائية والإلكترونية. فمثلاً منظم الحرارة ينظم حرارة الغرفة، وكذلك المنظومة البيولوجية في جسم الإنسان تنظم حرارة الجس، كما أن إطلاق القمر الصناعي يتم بنجاح لأن منظومة التغذية العكسية للمعلومات تحقق المراجعة الدقيقة للعمليات وتبلغ بأنها جميعاً تمت كما يجب.

جميع منظومات المعلومات لها خصائص رئيسية ثلاثة: هيكل وتأخيرات وتكبير. فالهيكل يدل على العلاقة بين الأجزاء، والتأخيرات تتواجد دائماً في استقبال المعلومات، وفي اتخاذ القرارات وتنفيذها. والتكبير أو الانحراف ينتج من العمل الزائد للاستجابة للمعلومات أو تأخير المعلومات. فمثلاً لقائد السيارة حلقة تغذية عكسية تمتد من عجلة القيادة إلى السيارة إلى الطريق إلى العين إلى اليد، وتعود ثانية إلى عجلة القيادة، وهذه الحلقة تحتوي على الخصائص الثلاثة؛ الهيكل والتأخير والتكبير، فإذا كان قائد السيارة بصير ويأخذ تعليماته من شخص في المقعد الأمامي يصبح الهيكل أكثر تعقيداً وتزيد التأخيرات ويزيد التكبير والانحرافات زيادة كبيرة، وإذا فرضنا أن الشخص الذي يعطي التعليمات للسائق البصير يمكنه أن يرى من الشباك الخلفي فقط. أي أنه يرى الأشياء بعد أن تحدث فعلاً، فإن الخصائص الثلاثة تتغير مرة أخرى. ومن غير المعقول أن يمكن لشخص أن يقود السيارة بهذا الشكل، إلا أن كثيراً من المنشآت يوجهها مديرون يحصلون على تغذية عكسية من أشخاص يرون ما حدث في الماضي.

ينبغي أن يتوصل تصميم منظومات التغذية العكسية للمعلومات الخاصة بالإنتاج إلى هيكل مبسط وتأخير أقل ما يمكن وتكبير متحكم فيه. وهذا التصميم سينطوي بطبيعة الحال على متغيرات كثيرة. وهذه المتغيرات لا يمكن حلها إلا باستخدام النماذج والمعادلات الرياضية. والحسوب الذي يمكنه حل مشكلات تنطوي على نماذج تحتوي على آلاف المتغيرات.

6-2.2 عملية اتخاذ القرار

يمكن تقسيم عملية اتخاذ القرار إلى ثلاثة أجزاء (1) استيعاب الظروف المطلوبة (2) تحديد الظروف الواقعية الظاهرية (3) إيجاد عمل تصحيحي لتحويل الظروف الواقعية نحو الظروف المطلوبة.

يتم الحكم في اتخاذ القرار بسياسات، منظورة أو غير منظورة، يمكن استنتاجها. وأي سياسة يمكن اعتبارها قواعد تقرر كيفية اتخاذ قرارات يومياً. والقرارات هي الإجراءات التي تتخذ نتيجة لتطبيق قواعد السياسة على أحوال معينة سائدة.

6-2.3 مدخل النموذج التجريبي

توجد محددات للتحليل الرياضي عندما يُستخدم لدراسة وحل المشاكل الصناعية. والبديل لذلك هو إنشاء نموذج رياضي وإجراء تجارب مختلفة عليه. وهذا النموذج يصمم لبيان كيف تؤدي مجموعة من الظروف إلى ظروف لاحقة. وبذلك يمكن التنبؤ بعواقب التغيرات في المنظومة. وهذه العملية يطلق عليها «المحاكاة».

يوفر النموذج أو المحاكاة طريقة للبحث أقل تكلفة من تجربة فعليه في المنظومة. وباستخدام النموذج يمكن الحصول على المعرفة أسرع منه في الحياة الواقعية.

يمكن إنشاء نموذج ثابت للتنبؤ بالظروف التي سوف لا تتغير. كما يمكن استنباط نموذج حركي dynamic لاستكشاف الظروف المتغيرة. والنموذج الحركي المقفول closed لا يتأثر ولا يؤثر على الظروف خارج المنظومة، ويمكن استخدامه في دراسة كثير من منظومات الإنتاج. أما النماذج المفتوحة فقد يوجد فيها درجات مختلفة من الانفتاح.

هذا وينبغي أن تؤخذ في الاعتبار متغيرات خارجية كثيرة، في القرارات التي تتخذها الإدارة العليا.

عند إعداد نموذج يجب أن يؤخذ في الاعتبار في إنشائه كل عامل أو وظيفة له أو لها علاقة. وأحيانا تعد لوحة تدفق لتبين تأثيرات كل وظيفة على المنظومة بأكملها. وبعد التعرف على جميع العوامل يمكن غالباً تبسيط النموذج بتجميع الوظائف المتماثلة في وحدات متحكم فيها.

بعد انتهاء النموذج وتحديد الوحدات الرياضية لكل عامل، تستخدم مدخلات للاختبار لتحديد تأثير القيم المختلفة للمدخل على كل عامل في النموذج. وعلى ذلك فإن المدخل من مصدر خارجي يبين كيف تقوم المنظومة برد الفعل على تغيرات مفترضة في البيئة. وحتى يكون النموذج فعالاً ينبغي أن يصمم لغرض معين، والاختبار النهائي للنموذج هو إمكان الحصول على منظومات أحسن نتيجة لاستخدامه.

6-2.4 الحسوب والنماذج الرياضية

بدون الحسوب لحل المعادلات الرياضية يكون مدخل النموذج التجريبي أو الرياضي غير ممكن في معظم الأحوال، لأنه إذا كانت جميع أو بعض وظائف المنظومة تتغير خلال الحل، فإنه لا يمكن الحصول على نتيجة محددة بدون الحسوب الذي يمكنه أن يحل المعادلة بالنسبة لجميع التغييرات في العوامل أو الوظائف.

وينبغي تبسيط النماذج الرياضية بقدر الإمكان، باستبعاد المتغيرات كلما أمكن، من خلال تقدير أرقام متوسطة وتجميع متغيرات لتقليل عدد المجاهيل، واستبعاد العوامل أو الوظائف التي ليست لها علاقة مباشرة بالمشكلة. ويبرمج الحسوب ليعطي جواب كافي بدون تفصيلات غير ضرورية، وإذا كان النموذج يتأثر بمعايير خارجية، ينبغي مراجعته ليطابق المعيار الفعّال.

يوفر النموذج الرياضي أساساً كمياً لاتخاذ القرار. وعلى متخذ القرار أن يستعين بمعارفه وبحكمه الشخصي لتغطية النقط التي لا يعطيها النموذج. وهذه الطريقة مدخلاً محسناً لعملية اتخاذ القرار والاقتصاديات العملية.

6-2.5 الحركيات الصناعية Industrial Dynamics

يوجد مشروع لدراسة عملية إدارة أعمال المنشأة الصناعية من خلال فنيات بحوث العمليات يطلق عليه «حركيات صناعية» لدراسة خصائص التغذية العكسية للمعلومات للنشاط الصناعي، وبيان كيف يتفاعل الهيكل التنظيمي والتكبير (في السياسات) والتأخيرات في الوقت (في القرارات والإجراءات) ليؤثر على نجاح المنشأة. وهذا المشروع يتعامل مع التفاعلات بين تدفقات المعلومات والأموال والأوامر والموارد والأفراد والمعدات الرأسمالية في المنشأة وفي الصناعة وفي الاقتصاد الوطني.

6-2.6 المعرفة والمهارات لبحوث العمليات

تنطوي المعرفة والمهارات التي يحتاج إليها فريق بحوث العمليات في مجال الإنتاج ومشاكل إدارة أعمال الإنتاج على بعض الاختلافات تبعاً لفرع الصناعة ولنوع المشكلة. وفيما يلي قائمة نموذجية لنوعية الأفراد الذين يكونون الفريق:

- رياضي وباحث عمليات.
- مهندس منتج أو مهندس تطوير.
- مهندس قيمة.
- مهندس بحوث أو متخصص في الطبيعة.
- مهندس مصنع أو مهندس معدات.
- أخصائي تخطيط وبرمجة.
- أخصائي مواد ومشتريات.
- مبرمج حسوب.
- أخصائي اجتماعي أو أخصائي أفراد.
- محاسب.
- اقتصادي.

وهذه القائمة هي قائمة موسعة، ولا يحتمل أن يشترك جميع أفرادها معاً إلا في الموضوعات الرئيسية. إلا أن هؤلاء الأعضاء ينبغي أن يكونوا دائماً متاحون لتقديم المشورة والمساعدة في أي موضوع في مجال تخصص كل منهم.

6-2.7 تطبيق بحوث العمليات

لا يوجد خط فاصل بصفة قاطعة بين المعالجة الرياضية للموضوع ومعالجته ببحوث العمليات. وينبغي استخدام المعالجة الرياضية كلما أمكن تطبيقها.

عادة يعمل فريق بحوث العمليات مع هيئة الإدارة الخطية للمنشأة (التنفيذية)، ولو أنه لا يقع في الإدارة الخطية مباشرة. بل أن له وظيفة تميل للوظائف المعاونة.

يعمل الفريق بطرق متعددة لحل المشاكل بأساليب مختلفة. وفيما يلي طريقة من الطرق المتبعة وهي مقسمة إلى ستة خطوات لتسهيل فهم العملية بأكملها وهذه الخطوات يمكن أن لا تتم بتسلسل واحد دائماً كما أنها قد تتداخل وهي:

الخطوة (1) تجميع الحقائق والعوامل

تدرس المشكلة بأكملها وتقسَّم أيضاً إلى أجزائها. ويُقيَّم كل جزء بالنسبة لتأثير أي تغيير فيه على المشكلة بأكملها. وتدرس المتغيرات التي لا يمكن التحكم فيها بغرض التعرف على الحدود التي يمكن التنبؤ بها. وتُعَّد افتراضات مبنية على احتمالات معقولة. وينبغي التعرف على الموضوعات المترابطة وحلها حلا منفصلاً أو تضمينها في المشكلة الأصلية.

الخطوة (2) إنشاء النموذج

ينطوي إنشاء النموذج الرياضي على ترجمة مشكلة من اللغة العادية إلى لغة الرياضة. إذ أن الكلمات قد يكون لها معاني مختلفة للأشخاص المختلفين. لكن لغة الرياضة بالرموز تعني نفس الشيء بالضبط لكل شخص يفهم الرموز. وفي ترجمة أي مشكلة إلى

لغة رياضية، يخصص لكل عنصر رئيسي من عناصر المشكلة رمز يمثل قيمة. كـما أن أهـداف المشـكلة، والاختيارات الممكنة، والحدود والعلاقات التي تحدد كل اختيار ممكـن. والعلاقـات بـين الاختيـارات النهائية تمثل جميعها برموز أو بمجموعات من الرموز.

ويقرر التعبير الجديد بالرموز القيم الرياضية لكل جزء بالنسبة للأجزاء الأخرى، وبذلك يكون قد تم التعبير عن المشكلة على أساس كمي، وإذا عملت استبدالات يمكن رؤية تأثير الاختيارات المتنوعة.

الخطوة (3) تقييم النموذج

بعد بناء النموذج يعاد دراسة المقولات في الخطوة (1) للتأكد من أن جميع العوامل قد ضمنت، ويتم دراسة القرارات التي تخرج عن نطاق النموذج مرة ثانية لتحديد ما إذا كان النموذج يتأثر بها.

الخطوة (4) حل النموذج

يمكن حل المشاكل البسيطة بالقلم والورقة، وتحتاج المشاكل الأكثر تعقيداً إلى آلة حاسبة. أما المشاكل المعقدة تعقيداً حقيقياً فإنها تحتاج لاستخدام حسوب إلكتروني. وتحل المعادلات التي تحتوي على أكثر من متغير واحد باستخدام قيم مختلفة كثيرة للمتغير، وبعد ذلك باختيار أحسن حل للغرض المطلوب.

الخطوة (5) اختيار الحل الذي توصل إليه النموذج

يجب مراجعة العمليات الرياضية وإعادة مراجعتها. وإذا أمكن يجري اختيار عملي قبل قبول الحل. وإذا لم يعمل اختبار عملي، ينبغي أن يكون التطبيق الأول محدوداً وتحت رقابة دقيقة.

الخطوة (6) تطبيق الحل

بمجرد أن تقتنع الإدارة بصحة الحل تقدم على تطبيقه، ويظل الحل معمولاً به إلى أن يستجد على المشكلة عامل جديد. أو عامل تمت مراجعته، وعادة يكون كثير من المتغيرات التي يتطلبها الأمر روتينية، ويمكن للشخص العادي أن يتولاها ما دامت المعادلة الأساسية قد تقررت.

6-2.8 تكرار القرارات

يحتاج الوصول إلى أحسن قرار بالنسبة للمشكلة التي تعرض لأول مرة إلى قدر كبير من الوقت والتكاليف. وعند إعداد الحل للمرة الأولى ينبغي أن يراعى في المعادلة والنموذج أن يمكن استخدامها في حل مشكلات مماثلة في المستقبل. عملية متكررة. وإذا زادت مرات تكرار المشكلة تتقرر سياسة تطبق في شأنها.

6-3 أمثلة لتطبيق بحوث العمليات

فيما يلي أمثلة تعكس تطبيقات للمبادئ العلمية والرياضية التي تساعد متخذ القرار في حل مشاكل الإنتاج.

(أ) توفر عملية رسم منحنى تعليم Learning curve أو منحنى خبرة مثالاً لتطبيق بحوث العمليات وتبني وظيفة هذا المنحنى على الافتراضات الآتية:

- يقل مقدار الوقت اللازم لإتمام مهمة إنتاجية مع تكرار المهمة.
- يكون النقص في مقدار الوقت بمعدل متناقص.
- يتبع النقص في الوقت نمطاً يمكن التنبؤ به.

السبب وراء هذه الافتراضات هو أن الإنسان يتعلم بالعمل. وهذا التعليم لا يقتصر على العمالة المباشرة فقط، بل أيضاً العمالة المعاونة. وذلك بالطرق المحسنة

للإنتاج في مصنع ما، فإن هذا المنحنى ينطبق عادة على الأنواع المماثلة في المصنع نفسه بصرف النظر عن كمياتها.

إذا كانت العمالة المباشرة المطلوبة لصنع وحدة واحدة من المنتج هي 100 رجل/ ساعة فإن الوحدة الثانية تحتاج 80 رجل/ ساعة إذا افترضنا أن تصنيع الوحدات المثالية يحتاج 20% رجل/ ساعة أقل من وحدة لأخرى فإن الوحدة الثالثة تحتاج 64 رجلا/ ساعة ... وهكذا.

إذا وقعت هذه النقط على رسم بياني تحصل على منحنى تعليم 80% للمنتجات من هذا النوع، التي تصنع في هذا المصنع. ويمكن بالاستقراء تحديد الرجل ساعة للمنتج لأي كمية تنتج. هذا ويمكن الحصول على نتائج مماثلة بالتحليل التفصيلي. وهذا مثال بسيط إلا أنه يصبح معقداً مع تغيير الظروف والافتراضات.

فيما يلي قائمة برنامج استعواض رأس المال لكون الإهلاك أحد عناصر تكلفة الإنتاج. ويتطلب الأمر بقليل من التطبيقات التي يمكن أن تفيد في حل مشاكل الإنتاج بواسطة بحوث العمليات.

- نقطة التشغيل المثلي في عمليات إنتاجية تنطوي على متغيرات في الكمية وفي حدود السماح والاختلافات وغيرها. ما هي أحسن طريقة للتحكم الإحصائي للأنماط المستقرة أو الإجمالية أو ما هي إجراءات أخذ العينات التي تحقق المستوى المطلوب للنوعية المقبولة للمنتج.

- تحديد الشراء والتخزين، ما هو مستوى الشراء، كميات الشراء، موارد الشراء، فترات التحضير للشراء التي تحقق أقل تكلفة. قرار الصنع أو الشراء. والأمر سينطوي على منظومة احتمالية للشراء والمخزون إذا كان الطلب وفترات التحضير متغيرين عشوائياً.

- مشاكل خطوط الإنتاج والاصطفاف التي تتواجد في كثير من مجالات الإنتاج. يمكن اعتبار خط الانتظار عدداً من البنود يزيد بما يستجد ويقل بما يؤدي من خدمات.

وخط الانتظار قد يكون سلعاً في المخزون أو أشخاصاً أمام شباك صرف العدد أو مواد تنتظر أمام الآلات للتشغيل.

إذا كان القدوم على فترات كل فترة أربعة دقائق، وكانت الخدمة تستغرق ثلاثة دقائق، فإنه لا يوجد خط انتظار. إلا أن الخدمات تكون غير عاملة لمدة دقيقة واحدة. والمشاكل تبدأ عندما يكون كل من القدوم والخدمة غير منتظم. وعندئذ تكون خطوط الانتظار إما قابلة للتحديد أو احتمالية. ويكون الغرض في جميع الأحوال تحديد السعة التي تكون فيها منظومة الخدمة أكثر فاعلية.

استخدام البرمجة الخطية لتحقيق أقصى فاعلية من حيث النوعية والتكلفة والمسافة ... الخ. لا يكون قابلاً للتطبيق إلا إذا كانت العناصر الداخلية في المشكلة لها طبيعة خطية لحد كبير. وفيما يلي مثالاً يمكن حله بطرق البرمجة الخطية:

مدير لديه عدد من الآلات تُستخدم في إنتاج قطع لثلاثة منتجات. ويريد أن يعطي أسبقية للمنتج الذي يحقق أكبر فائض للمنشأة. ويبقى على استمرار تشغيل المنتجين الآخرين. كيف يمكن تعظيم الفائض؟

هذا وتوجد خطط ومنظومات كثيرة لبحوث العمليات في الإنتاج، بعضها يركز على مرحلة من مراحل المشكلة، والبعض الآخر يركز على مراحل أخرى. وفيما يلي بعض هذه الخطط.

- معادلة الآلة والمنتجات المرتبطة بها Machine and Allied Products Formula (MAPF)
- فترة استرداد رأس المال.
- متوسط العائد السنوي على الاستثمار الأصلي.
- متوسط العائد السنوي على متوسط الاستثمار.
- متوسط التكلفة السنوية.

- التكاليف المرسملة.
- مؤشر ربحية الاستثمارات

علما بأن طريقة معادلة الآلة والمنتجات المرتبطة بها تتطلب تقدير خمس عناصر هي:

1- الاستثمار (تكلفة المعدات المركبة ناقص القيمة الحالية للمعدة القديمة).

2- الميزة التي يحققها تشغيل الآلة الجديدة في السنة القادمة (الزيادة في العائد عن العائد الذي كان يتحقق باستمرار المعدة القديمة).

3- الاستهلاك الرأسمالي الذي يمكن تجنبه في السنة القادمة (النقص في قيمة المعدة في السنة القادمة عن قيمتها الحالية زائد الإضافات الرأسمالية في السنة القادمة في حالة عدم تنفيذ الاستبدال).

4- الاستهلاك الرأسمالي الذي تتحمله المنشأة في السنة القادمة (النقص في قيمة المعدة خلال السنة القادمة أي الإهلاك).

5- تعديل ضريبة الدخل في السنة التالية.

هذا وإذا كان التخطيط لسنة واحدة غير كافي للحالة موضع الدراسة لأي سبب فإن مدخل معادلة الآلة والمنتجات المرتبطة بها لا ينبغي أن يستخدم. وفريق بحوث العمليات ذو الخبرة يجتاز الطرق الأكثر قابلية للتطبيق لاختيار الأصل ووقت التحضير للمداركة واختيار المنتج والتحكم في النفقات.

6-4 منظومة البيانات والمعلومات باعتبارها أداة للإدارة الحديثة

6-4.1 علاقة الإدارة بكل من المعرفة والمعلومات والبيانات

توضح النقاط الآتية في تسلسل منطقي العلاقة بين الإدارة وبين كل من المعرفة والمعلومات والبيانات، والغرض من المنظومة التي يجب أن تحتويها جميعها.

- الطلب على المعرفة تحدده البواعث والأهداف التي تعمل المنشأة على تحقيقها للمحافظة على تقدمها ووجودها.
- يحتاج تحقيق الأهداف إلى توفير المعلومات في صورة صالحة للاستخدام.
- تحدد قيمة المعرفة أو المعلومات بما تقدمه من حلول للمشاكل.
- ينطوي نشاط المنشأة على مشاكل، ومطلوب من الإدارة حل هذه المشاكل.
- التنظيم الجيد هو وضع مشكلة ما أمام أصلح الأشخاص في اتخاذ قرار في شأنها.
- أصلح الأشخاص لاتخاذ القرار هو الذي يحتاج إلى أقل قدر ممكن من المعلومات لاتخاذ القرار.
- المعلومات هي تقييم لمشكلة ما، ببيانات، وتأخذ شكل رسالة تدعو إلى اتخاذ قرار.
- الغرض من منظومة المعلومات هو توصيل المعلومات لغرض اتخاذ قرار.
- أي منظومة هي تكوين منطقي لعناصر موضوعية في مجال مشكلة محددة.

6-4.2 عناصر ومكونات منظومة المعلومات والبيانات

إن منظومة المعلومات ما هي إلا شبكة من الاتصالات المتداخلة التي تسمح باستقبال وتسجيل وتخزين البيانات ثم استرجاعها وتشغيلها وتحويلها إلى معلومات وتوصيلها عبر المنشأة عن طريق الهيكل التنظيمي إلى متخذي القرارات.

تتكون منظومة معلومات الإدارة من مجموعة من الأنظمة منها النظم المحاسبية والإحصائية والتسييرية والرقابية التي تستقبل البيانات كمادة أولية ومدخلات ثم تقوم بتحويلها من خلال منظومة تشغيل البيانات إلى معلومات ومخرجات على مراحل على الوجه الآتي:

أ - استقبال واستيعاب البيانات وتوجيهها.

ب- تسجيل البيانات باستخدام القيود المحاسبية والإحصائية.

ج- تخزين البيانات عن طريق الاحتفاظ بها في السجلات والإحصائية.

د- استرجاع البيانات وتشغيلها وتحويلها إلى معلومات باستخدام الأساليب المحاسبية والإحصائية وبحوث العمليات وغيرها طبقاً للاحتياجات المحددة.

هـ- نقل المعلومات وعرضها وتوصيلها بموجب تقرير، إلى طالبي المعلومات وهم متخذي القرارات.

و- اتخاذ القرارات وهو الغرض النهائي من منظومة المعلومات.

6-4.3 دور الحسوب في منظومة المعلومات

تتكون منظومة المعلومات في المنشأة الصغيرة والمتوسطة في الغالب من مجموعة متفرقة من النظم المبسطة لخدمة مستويات الإدارة المختلفة طبقاً للهدف من تصميمها. ولا يشترط أن تكون منظومة المعلومات فيهما إلكترونية، إلا أن ثورة المعلومات وتطوير الحسوب خلقاً الاهتمام الكبير بنظم المعلومات بمفهومها الحديث، كما مكنت نظم تشغيل البيانات الإلكترونية من استخدام الأسلوب المنهجي في تصميم وتنفيذ نظم المعلومات في المنشأة الصناعية. وقد أحدثت هذه النظم تغيرات جذرية في طبيعة البيانات المدخلة، والمعلومات المخرجة، والمعدة باستخدام النماذج الرياضية للوصول إلى الحلول المثلى لمشكلات الإدارة المختلفة.

تحدد كفاءة منظومة المعلومات في المنشأة بحجم المعرفة أو المعلومات التي توفرها، والتوقيت المناسب لتوصيلها إلى مراكز اتخاذ القرارات، إذ أن قيمة المعرفة أو المعلومات تتناسب طردياً مع الحجم المتاح منها. كما أن معدل الاستفادة من المعرفة أو المعلومات يتناسب طردياً مع ضعف قيمة أي تحسن يتم في كفاءة توصيلها. ولعل هذه العلاقة توضح أهمية دور الحسوب في تحقيق كفاءة منظومة المعلومات.

يحقق استخدام الحسوب في المنظومة المعلومات الآتي:

- القدرة على استيعاب وتخزين حجم كبير من البيانات، الأمر الذي يحقق توفر المعلومات اللازمة لأي مشكلة محتملة.
- السرعة الفائقة في استرجاع وتشغيل البيانات وتحويلها إلى معلومات حسب رغبة طالبيها.

6-4.4 خطوات تصميم منظومة المعلومات والبيانات.

أ - تحليل المنشأة كمنظومة إنتاجية وتحديد البيانات المطلوبة ومتطلبات منظومة المعلومات من التقارير.

ب- دراسة منظومة المعلومات المطبقة والتعرف عليها وتحديد مزاياها وعيوبها.

ج- تحديد منظومات المعلومات والبيانات البديلة الممكن استخدامها واختيار انسبها، أو تصميم منظومة جديدة أو تعديل المنظومة القائمة.

د- اختيار قابلية المنظومة المختارة للتطبيق وتعديلها أو تغييرها إذا لزم الأمر.

هـ- تدبر أمر تطبيق المنظومة إذا ما ثبت صلاحيتها ويتطلب التطبيق مرحلتين هما:

- إعداد البيانات (أو ما يسمى بمصرف البيانات أو المعلومات اللازمة للمنظومة).
- إعداد التقارير المطلوبة بالتصميم المقرر وفي التوقيت المطلوب.

وتتكامل منظومة المعلومات بتضمينها جداول تحتوي على قائمة بالأحداث والنتائج المحتمل مواجهتها، والقرارات الواجب اتخاذها بالنسبة لكل حدث ونتيجة على حدة بحيث تتفرغ الإدارة العليا للتخطيط ورسم السياسيات ولا تنشغل بالإجراءات الروتينية التي ينبغي أ، نحكم فيها النظم لمواجهة أي ظروف استثنائية.

6-5 فنيات بحوث العمليات

6-5.1 الاحتمالات واتخاذ القرارات. Probability and decision making

أ - الاحتمالات

تستخدم الرياضية في التنبؤ بأحداث المستقبل. وتتخذ مبادئ الاحتمال الرياضي أساساً لتقدير أحداث المستقبل أو لاختيار أحداث الماضي إحصائياً.

يجب أن تساوي مجموع الاحتمالات المستقبلية الواحد الصحيح حيث إنها تعطي كافة الحالات الممكنة.

ب- نظرية الاحتمالات

النظريات الآتية مفيدة في حل المسائل المتعلقة بالاحتمالات.

النظرية (1): إذا كان ح (أ) احتمال حدوث الحدث فإن احتمال عدم حدوث الحدث
أ يكون 1 - ح (أ).

النظرية (2): إذا كان أ، ب حدثين فإن حدوث أي من الحدثين أ، ب يكون
ح (أ أو ب) = ح(أ) + ح(ب) = ح(أ،ب)

النظرية (3): إذا كان أ ب حدثين فإن احتمال الحدوث المترابط لكل من الحدثين (أ، ب) يكون
ح(أ،ب) = ح(أ) × ح(ب/أ)
حيث ح(ب/أ) = احتمال حدوث (ب) بفرض أن (أ) تم حدوثها.

وحالة خاصة من هذه النظرية. عندما يكون الحدثان غير معتمدان على بعضهما، أي عندما يكون حدوث أحد الحدثين ليس له تأثير على احتمال حدوث الحدث التالي، فإذا كان (أ،ب) غير معتمدين على بعضهما فإن احتمال حدوث كل من أ،ب يكون ح (أ،ب) = ح (أ) ÷ ح(ب).

ج - التوزيعات الاحتمالية

«العينة» هي عدد محدود من القياسات من مصدر كبير.

«المجتمع» هو مصدر كبيرمن القرارات تؤخذ منه العينة.

«دالة التوزيع الاحتمالي» هي معادلة رياضية تربط قيم الخاصية باحتمال حدوثها في المجتمع، وعندما تأخذ قيم الخاصية أي قيم (تعتمد على درجة دقة أسلوب القياس)، فإن توزيعها الاحتمالي يسمى توزيع احتمال مستمر.

وعندما تأخذ الخاصية المقاسة فقط قيماً محددة خاصة (مثلاً 0، 1، 2، 3 ...) فإن التوزيع الاحتمالي الخاص بها يسمى توزيع احتمال منفصل.

د - التوقـع

يستخدم التوقع في اتخاذ القرارات، وهو قيمة حدث ما مضروباً في احتمال حدوث ذلك الحدث. وعادة عند اتخاذ قرار بالمفاضلة بين خطتين فإنه يتم حساب التوقع لكل من الخطتين واختيار الخطة ذات التوقع الأكبر.

هـ - نظرية المباريات

في بعض الأحيان يتم اختيار الخطة، ليس فقط من وجهة نظر متخذ القرار والمميزات العائدة عليه منها، بل أيضاً من خلال التفاعلات المتوقعة من الخصم أو المنافس. والمواقف من هذا النوع ليس من السهل تناولها رياضياً. ولكن بعض المشاكل الخاصة يمكن حلها بطرق مناسبة، هي نظرية المباريات. وفيها تسمى البدائل بالخطط. وكل خطة تمثل طريقة مفتوحة. ويفترض أن يوجد خصمان أو لاعبان وأنه تبعاً لكل خطة يوجد «ما يدفع». وهذا الأمر يلزم دفعه يتغير تبعاً لخطة الخصم المختارة. ويفترض في اللاعبين أنهم يلتزمون بالدفاع ولا يخاطرون، حتى لو كانت الجائزة المحتملة كبيرة، وسياستهم هي تقليل الفقد بقدر الإمكان. ولتوضيح موقف المباراة توضع المدفوعات

في مصفوفة وينظر إلى مقداري العائد أو الفاقد من وجهة نظر أحد اللاعبين. ويكون الفقد من أحد اللاعبين هو عائد للاعب الآخر. وتسمى مباراة بين لاعبين. ومن ذلك النوع مباراة بين لاعبين بمجموع صفر لأن مجموع العائد والفاقد يساوي صفراً.

ويمكن أن يكون لنظرية المباريات امتداد في مواقف تتعلق بعملية إدارة المنشأة.

6-5.2 الإحلال Replacement

تختص نظرية الإحلال بالحالات التي تقل فيها كفاءة المعدات أو الآلات، والتي يمكن فيها إعادة الكفاءة إلى ما كانت عليه أو زيادتها إلى حد معين. وذلك بالقيام ببعض الإجراءات مثل عمليات الصيانة واستبدال بعض الأجزاء. أو استبدال المعدة أو الآلة بأكملها. والمشكلة هي تعيين الأوقات التي يجب عندها القيام بمثل هذه الإجراءات لكي تكون التكاليف المتكبدة وتكاليف التشغيل أقل ما يمكن.

6-5.2.1 موضوع استبدال المعدات

تستخدم بحوث العمليات في الصناعة في مجال استبدال المعدات التي تمثل أحد الاستثمارات الرئيسية لإنتاج السلع. وهذه المعدات لا تعمر إلى الأبد، بل إنها تتعرض للاندثار أو تصبح متقادمة أو غير وافية بالغرض أو مطلوب استبدالها.

عندما ينظر في استبدال المعدات. ينبغي أن يقرر للمعدة كل من القيمة الحالية والقيمة المحتملة للاستبدال. والاستبدال ينبغي أن يتم عندما يحقق ميزة اقتصادية.

هذا وينظر في إجراء الاستبدال للأسباب الآتية:

- عدم الوفاء بالغرض - قد يكون الأمر محتاجاً إلى آلة أكبر للإنتاج الذي يجري تشغيله حالياً.
- التقادم - ظهور آلات أحسن في السوق.
- صيانة مكلفة.

- كفاءة متدنية.
- مجموعة من الأسباب

ينبغي أن يبني التحليل والقرار النهائيان المتعلقان باستبدال المعدات على تقديرات المستقبل وليس على الحالة التي عليها المعدات، وأن تتضمن هذه التقديرات مقارنة بين تكاليف الصيانة والإهلاك والإنتاجية للمعدات القديمة والمعدات الجديدة. وقد يتطلب الأمر اتخاذ عدداً من القرارات.

- ما هي المعدات التي ينبغي شراؤها؟
- متى تشتري؟
- أي خط إنتاجي يقع عليه الاختيار؟
- كيف يمكن التحكم في المصروفات؟

هذا وتوجد خطط ومنظومات كثيرة يمكن استخدامها في مجال دراسة استبدال المعدات، وعلى فريق بحوث العمليات أن يختار طريقة يمكن تطبيقها على الحالة موضوع البحث أو أن يستنبط معادلة ونموذج خاصين لحل المشكلة.

6-5.2.2 استبدال المعدات التي تقل كفاءتها مع الوقت

ومن أمثلة هذا النوع من نماذج الإحلال، السيارات التي تقل كفاءتها بمرور الوقت بمعنى أن تكلفة السيارة تزيد بزيادة عمرها إلى أن يصبح تشغيلها غير اقتصادي، والصعوبة هنا هي التعرف على أفضل وقت لاستبدال السيارة.

إلا أنه باعتبار أن السيارة التي تعمل في منشأة ما تقطع مسافات متساوية كل شهر فإنه من الممكن رسم المنحنى الذي يمثل زيادة تكلفة التشغيل بزيادة عمر السيارة.

وبالإضافة إلى تكلفة التشغيل توجد تكلفة أخرى يجب اعتبارها وهي تكلفة شراء السيارة، ويمكن توزيع ثمن شراء السيارة على عدد الأشهر في عمر السيارة فينتج متوسط التكلفة الشهرية. ومن الواضح أن هذه التكلفة تقل كلما تأجل شراء سيارة

جديدة، أي كلما طال عمر السيارة المستعملة. ويوجد وقت تزيد فيه تكلفة التشغيل على الوفر في متوسط تكلفة رأس المال وعنده يجب استبدال السيارة.

6-5.2.3 استبدال الوحدات التي تتلف وينبغي تغييرها

النوع الثاني من نماذج الإحلال يختص باستبدال الوحدات التي تكون إما عاملة أو تالفة كلية. أي أن انعدام الفائدة من تلك الوحدات يحدث فجأة. وحينئذ تكون الوحدة غير صالحة للعمل بالمرة. والأمثلة كثيرة منها اللمبات الكهربائية ولمبات الأجهزة المرئية. ومعظم المبادئ المستخدمة في تحليل هذا النوع من المسائل قد استحدثه خبراء التأمين على الحياة.

6-5.3 التتابع Sequencing

إن مشاكل النتائج تقع في مجموعتين رئيسيتين، في المجموعة الأولى عدد معين من عمليات التشغيل مطلوب أدائها. والأمر يتطلب إجراء كل منها على مجموعة من عدد معين من الآلات المختلفة. بعضها أو كلها. ويمكن قياس الكفاءة لأي تتابع معين من عمليات التشغيل على كل آلة. ويلزم لذلك الاختيار من المجموعة النظرية الممكنة التي يمكن تحديد عددها حسابياً كالآتي:

أ - المجموعة الملائمة من الناحية التقنية. أي تلك المجموعة التي تفي بالقيود (إذا كان هناك قيود) على التتابع الذي يلزم أن تمر بها كل عملية تشغيل خلال العدد المعين من الآلات.

ب- واحد (أو أكثر) من التتابعات الملائمة من الناحية التقنية، الذي يجعل الكفاءة أكبر ما يمكن.

ومن الناحية النظرية، فإن الحل العددي، ممكن دائماً، إلا أنه من الناحية العملية، فإن حساب الكفاءة لتتابع معين، وإن كان ممكناً نظرياً، إلا أن عدد الحالات للحل

العددي يجعل ذلك المدخل مستحيلاً، حتى في حالة القيم المتوسطة لكل من العدد المعين من كل من الآلات وعمليات التشغيل.

بالنسبة للمجموعة الثانية من مشاكل التتابع، فإنه إذا وجد مصنع به عدد من الآلات وقائمة من عمليات التشغيل مطلوب تأديتها، وفي كل مرة تكمل فيها آلة عملية التشغيل المرتبطة بها، فإنه يلزم اتخاذ قرار في شأن عملية التشغيل التالية، التي يلزم البدء بها على الآلة. وأحد خواص هذا الموقف أن قائمة الأعمال تتغير كلما تم إصدار أوامر تشغيل جديدة.

ويزيد من صعوبة الأمر، أن كلاً من المجموعتين من مشاكل التتابع هي في الحقيقة صعبة. والحلول التي يمكن تطبيقها هي لبعض الحالات الخاصة من المجموعة الأولى، أما المجموعة الثانية فهناك بعض القواعد العملية التي تم اختيارها بنجاح مناسب باستخدام المحاكاة بواسطة الحسوب.

6-5.4 أهمية المخزون Inventory

يعتبر المخزون في المنشأة الصناعية من الموضوعات الهامة، لأن سياسة المخزون من المواد الأولية ومستلزمات الإنتاج الأخرى، ومن المنتجات التامة الصنع، ومن قطع الغيار والمعدات والآلات اللازمة للصيانة.. ترتبط ارتباطاً وثيقاً بسياسة الإنتاج والتسويق.

ومشاكل ضبط المخزون ليست مقصورة فقط على المواد والآلات أو الأشياء التي يمكن وضعها في مخزن، ولكنها في الواقع اعم وأشمل إلا أنه يمتد للعدد والسعة الإنتاجية ووقت المداركة، حتى المال نفسه يمكن معاملته في بعض الحالات، معاملة المخزون السلعي.

إلا أن مجالات الشراء والإنتاج هي أهم المجالات التي تطبق فيها أساليب ضبط المخزون.

ويمكن النظر إلى المخزون من زوايا مختلفة وتقسيمه حسب الهدف الذي يخصص من أجله على الوجه الآتي:

- كميات احتياطية مخصصة لمقابلة الطلبات غير المتوقعة ويسمى مخزون التقلبات البيعية.
- المخزون الدوري الذي ينشأ من زيادة الطاقة الإنتاجية عن طاقة المبيعات.
- مخزون التشغيل لضمان سير الإنتاج سيراً منتظماً.

ب - طبيعة مشاكل المخزون

تعتبر مراقبة وضبط المخزون من المشاكل الرئيسية التي تواجه هيئة الإدارة العليا للمنشأة الصناعية، حيث أن الإدارات المختلفة تنظر إلى المخزون من وجهة نظر مختلفة تراعي فيها مصلحتها الخاصة. في حين أن المخزون السلعي يشكل جزء من رأس المال العامل مستثمر في المخزون، وينبغي ألا يتراكم حتى لا يتعطل دوران رأس المال العامل.

وتنشأ مشكلة ضبط المخزون إذا أريد إخضاع كمية المخزون للرقابة. وتعتبر مشاكل ضبط المخزون من أهم المشاكل التي عنيت بها أساليب بحوث العمليات.

والهدف من دراسة ضبط المخزون، هو جعل الكلفة (الحقيقة أو المتوقعة) أقل ما يمكن، أما إذا كان المخزون يمثل منتجاً تام الصنع معداً للبيع، فالهدف في هذه الحالة هو الوصول إلى تحقيق أكبر فائض مالي ممكن.

ولمعالجة مشكلة المخزون يجب أولاً دراسة العوامل والمتغيرات التي تؤثر على سياسات المخزون وهي:

1- متغيرات يمكن ضبطها أو السيطرة عليها ومراقبتها مثل الكمية المطلوبة سواء بالشراء أو بالإنتاج أو بهما معاً، والفترات الزمنية بين الطلبات.

2- متغيرات يصعب مراقبتها أو التحكم فيها، وهي التكلفة الخاصة بعملية إدارة المخزون بصفة عامة وتشمل على:

- كلفة المخزون، كلفة رأس المال المستثمر، النقل، إيجار المخزن أو الفوائد على قيمته إذا كان مملكاً للمنشأة، أقساط التأمين على المشروع، تكاليف المنافع من كهرباء ومياه وتدفئة وتبريد واحتياطات الأمان والمقابل المخزون الذي قد يفسد أو ينخفض سعره.
- كلفة العجز في المخزون، وتشمل كلفة إجراءات تجنب العجز في المخزون مثل المشتريات العاجلة بكلفة عالية للوفاء بموعد التسليم، كلفة العجز عن الوفاء بالطلبات أو الإنتاج بسبب نفاذ المخزون، وكلفة الأضرار بسمعة المنشأة وفقدان بعض العملاء.
- كلفة الإنتاج المباشر وتشمل كافة التكاليف اللازمة للحصول على المواد والسلع المطلوبة.
- الطلب وهو عدد الوحدات المطلوبة لكل فترة.
- الفترة بين طلب شراء أو إنتاج كمية وتسلم هذه الكمية Load time.

ج- نماذج ضبط المخزون

أصبح من الواضح الآن أن المشكلة الأساسية لأنظمة التخزين هي تحديد متى يجب شراء طلبيته، وما هو حجم هذه الطلبية. ونظراً لأن معدل الاحتياج ثابت، فإن السياسة التي تتخذ هي الشراء بالطلبيات ذات الحجم الثابت عندما يهبط مستوى المخزون إلى أقل مستوى والمشكلة الآن هي تحديد القيم المستخدمة لحجم الطلبية، وأقل مستوى للمخزون، وللإجابة على هذين السؤالين فإنه يتم استنتاج نموذجاً رياضياً يضع متوسط التكلفة السنوية بدلالة هذين المتغيرين، ومن ثم تحديد قيمتهما التي تجعل التكلفة أقل ما يمكن.

وبالاعتماد على هذه الافتراضات. توضع نماذج لمعدل تغيير المخزون مع الزمن،

وجدولاً للخواص المقارنة لهذه النماذج بالنسبة لمعدل الإنتاج وتكلفة التخزين، ثم يبدأ بإيجاد نموذج رياضي لمتوسط التكلفة السنوية لكل نموذج من نماذج معدل تغيير المخزون مع الزمن.

6-5.5 المحاكاة Simulation

توجد بعض الحالات التي قد تظهر بين الحين والآخر، عندما يكون أخذ عينة حقيقية من مجتمع ما ، أما غير ممكناً أو مكلفا للغاية. في مثل هذه الحالات، فإنه يمكن عمل نموذج محاكاة، وهذا النموذج تكون له الخواص نفسها التي للنموذج الأصلي.

وهناك حالات أخرى عندما تصبح المشاكل الموجودة معقدة بحيث يستحيل معها الحصول على حل بالطرق التحليلية المعروفة، فإنه غالباً ما يمكن الحصول فيها على معلومات مفيدة من عينة ممثلة للعينة الحقيقية. وفي نظرية المحاكاة فإنه يتم إحلال المجتمع الحقيقي من الوحدات، بمجتمع نظري ممثل بتوزيع احتمالي معين، ومن ثم يمكن من هذا المجتمع النظري سحب عينة بواسطة جداول الأعداد العشوائية، ويشار غالباً إلى طرق أخذ مثل هذه العينة، والقرارات المتخذة في شأنها بطرق مونت كارلو.

6-5.6 خطوط الانتظار Waiting lines

إن خطوط الانتظار هي جزء من الحياة تتمثل في الوقوف صفوف انتظار للحافلة أو أمام المصرف. وكذلك انتظار الطائرات في فراغ ممرات الهبوط، والآلات لعمليات الصيانة أو الإصلاح، والخامات للتشغيل على الآلات وغير ذلك.

إن هذه المواقف تحتاج لأن يتخذ فيها قرار عندما تصل وحدات بغرض طلب خدمة، وتنتظر إلى أن تقدم لها هذه الخدمة. وإذا عرفت القوانين التي تربط الوصول وأزمنة أداء الخدمة وترتيب وصول الوحدات للخدمة. فإن طبيعة موقف الانتظار يمكن دراسته وتحليله رياضيا.

هذا ويمكن أن يكون وصول الوحدات في خط واحد، وتتم الخدمة من خلال محطة واحدة كما في شكل (6-1). ويمكن أن يكون وصول الوحدات في خط واحد وتتم الخدمة من خلال عدة محطات كما في شكل (6-2). كما يمكن كذلك أن يكون الوصول في صورة عدة خطوط وتتم الخدمة من خلال عدة محطات كما في شكل (6-3). وسوف نفترض في هذا الفصل نوع واحد من نظام الخطوط وهو «الداخل أولاً خارج أولاً»، بدخول وحدة إلى الخدمة عند فراغ محطة الخدمة.

وعادة يكون هناك فرض عام في تطبيق نظرية خطوط الانتظار، هو أن عملية خط الانتظار سوف تصل إلى حالة ثبات. وذلك إذا أخذ في الاعتبار ثبات احتمال وجود عدد معين من الوحدات في الانتظار في أي لحظة، أي سوف يكون هناك هذا العدد من الوحدات دائماً في أي وقت.

ومن المعروف أن الخواص المتعددة لخط الانتظار، مثل عدد الوحدات في أي لحظة في الخط، أو زمن الانتظار، هي متغيرات عشوائية، وسبب أن هذه المتغيرات عشوائية، هو أن وصول الوحدات عموماً نتيجة أحداث عشوائية بالنسبة للزمن. وكذلك أزمنة الخدمات هي متغيرات عشوائية كذلك، ولذلك فإن التعامل يتم فقط بتقدير متوسط طول الخط في أي لحظة، ومتوسط زمن العطل لمحطة الخدمة في خلال فترة معينة وهكذا.



شكل (6-1) موقف انتظار به خط ومحطة خدمة واحدة



شكل (6-2) موقف انتظار به خط وعدة محطات خدمة



شكل (6-3) موقف انتظار به عدة خطوط وعدة محطات خدمة

وعندما تواجه متخذ القرار مشكلة تحتوي خطوط انتظار. فإنه يستخدم معلوماته عن متوسط خواص الخط في محاولة تخفيض التكاليف وزيادة الإنتاج. وبعض التغييرات التي يمكن أن يشير بها متخذ القرار هي: تغيير عدد محطات الخدمة أو تغيير متوسط زمن الخدمة في محطة واحدة أو أكثر، أو تقسيم صف واحد إلى اثنين، أو دمج عدة صفوف.

6-5.6.1 استخدام طرق مونت كارلو في خطوط الانتظار

تفيد طرق مونت كارلو كثيراً في مشاكل خطوط الانتظار التي يصعب أو يستحيل تحليلها رياضيا. وطرق المحاكاة صالحة على سبيل المثال عندما نستبدل الفرض «الداخل أولاً - خارج أولاً»، بنوع آخر من أنظمة الخطوط. وفي حالات كثيرة فإن التوزيعات الملاحظة لأزمنة الخدمة، والزمن بين كل وصول وآخر، لا يمكن تطبيق توزيعات رياضية عليها، وبالتالي فإن مدخل مونت كارلو هو الأمل الوحيد للإجابة. كما أن خطوط الانتظار متعددة المراحل، التي فيها الرحيل من خط انتظار يمثل وصول إلى خط آخر، هي مجال صعب آخر يمكن تناوله ببساطة نسبية باستخدام طرق مونت كارلو.

وهناك مميزات عديدة لمدخل مونت كارلو، وذلك بمجرد النظر إلى أسلوب العمل الحقيقي ثم تكوين جداول بالوصول والخدمات وأزمنة الانتظار وطول الخط وغير ذلك. وفوق ذلك فإن بيانات أشهر أو سنين في خلال دقائق معدودة. وميزة أخرى، إنها تعالج ببراعة تأثير إضافة واحدة أو أكثر من المعدات بدون الدخول في مشاكل وكلفة التركيب الفعلي لها.

كما يمكن أن تجري محاولة تغيير أنظمة خطوط الانتظار بدلاً من سياسية «الداخل أولاً- خارج أولاً». بالتجارب على الورق بدون الدخول في أية تعديلات على العملية الحقيقية نفسها، وغير ذلك من الحالات العديدة التي يصلح فيها تطبيق نظرية المحاكاة باستخدام طرق مونت كارلو.

6-5.7 البرمجة الخطية Linear Programming

6-5.7.1 تعريف البرمجة الخطية

البرمجة الخطية هي ذلك الأسلوب الرياضي الذي يختار أحسن برنامج من بدائل ممكنة متعددة. ومن المهم لإمكان تطبيق أسلوب البرمجة الخطية أن يتم فهم المشكلة التي يمكن أن تكوّن أي نشاط داخل الشركة، من عمليات إنتاج إلى نواحي مالية أو مبيعات، حيث يكون هناك موارد محددة مسموح بها، وذلك للوصول إلى هدف معين، وغالباً ما يكون هذا الهدف زيادة الفائض المالي أو تقليل الكلف.

ومن الناحية الرياضية فإن الهدف لدينا في هذا النوع من المشاكل، هو جعل قيمة دالة خطية يطلق عليها «دالة الهدف»، أكثر ما يمكن (أو أقل ما يمكن).

وإذا كانت الدالة لمتغير واحد، فإن مشكلة جعل قيمة العمالة أكبر ما يمكن (أو أصغر ما يمكن)، هي مشكلة سهلة للغاية، وفي حالة ما إذا كانت الدالة هي دالة لمتغيرين أو ثلاثة فإن هناك حلاً بيانياً أو هندسياً للمشكلة، ويسير هذا الحل جنباً إلى جنب مع الطريقة الرياضية.

6-5.7.2 المدخل البياني

يمكن توضيح الطريقة الأساسية للبرمجة الخطية توضيحاً كافياً، من خلال استخدام الطريقة البيانية، وفي الحقيقة فإن الطريقة البيانية ممكن استخدامها بنجاح لحل مشاكل كل البرمجة الخطية التي تحتوي على متغيرين، وفي حالة الثلاثة متغيرات فإن هناك الطريقة الهندسية . أما في حالة أكثر من ثلاث متغيرات فإنه ليس من الممكن حل المشكلة عن طريق المدخل البياني أو الهندسي.

6-5.7.3 طريقة التبسيط Simplex Method

إن الطريقة البيانية والطريقة الهندسية صالحتان في حالات معينة. الطريقة البيانيـة

والطريقة الهندسية لا تعملان في معظم التطبيقات العملية بسبب أن التمثيل البياني أو الهندسي لا يصلح في حالة أكثر من ثلاثة متغيرات. أما إذا كانت هناك مسألة لأكثر من ثلاثة متغيرات، فإنه يلزم توجيه التفكير نحو طرق أفضل يمكن تناولها بسهولة أكثر.

إن طريقة الجدولة لتقرير وحل مشاكل البرمجة الخطية ذات كفاءة عالية للغالبية العظمى من مشاكل البرمجة الخطية.

وهذه الطريقة في حقيقتها، ذات مدخل رياضي وتعتمد على التكرار في محاولة إيجاد حلول للمشكلة. ويتم التوصل إلى الحل عندما نجد حلاً يسمى الحل الأمثل. ويسمى أسلوب الحل هذا بطريقة التبسيط، التي توصل إليها علماء الرياضيات منذ عديد من السنوات، وذلك في محاولة لحل المشاكل ذات دوال خطية للهدف وتحتوي على مجموعة من القيود الخطية. وقد قام عديد من الباحثين بتطوير طريقة التبسيط هذه. وهذا الأسلوب يعتمد على التكرار، والسؤال الذي يظهر حالياً، هو متى تنتهي خطوات الحل، من المعروف أن أسلوب التبسيط يصل إلى الحل الأمثل من خلال عدد محدود من الخطوات.

ومن أجل التعامل مع المشكلة، من وجهة نظر طريقة التبسيط، يجب إدخال بعض أنواع جديدة من المتغيرات التي تسمح بالتعامل بسهولة مع مجموعة المتباينات التي توجد في المشكلة. وفي الحقيقة، فإن أول خطوة في أسلوب التبسيط هي تحويل المتباينات إلى معادلات باستخدام المتغيرات المهملة.

6-5.7.4 تطبيق البرمجة الخطية

إن الأسلوب الرياضي المستخدم في البرمجة الخطية طويل وممل، فإنه من الضروري إجراء التكرار الروتيني للخطوات المحددة الدقيقة المتتالية، ومن الواجب على من يعمل في ميدان بحوث العمليات أن يعرف أن المشكلة يمكن حلها بوساطة البرمجة الخطية، وأن يضع هذه المشكلة في قالب رياضي يؤدي إلى الحل الأمثل.

6-5.7.5 المشاكل التي يراد جعل دالة الهدف فيها أقل ما يمكن وكذلك أنواع متعددة من القيود

كان الكلام حتى الآن على المشاكل التي يراد جعل دالة الهدف فيها أكبر ما يمكن (الفائض المالي على سبيل المثال)، والتي يستخدم فيها نوع واحد فقط من القيود، وهو أقل من موجب القيمة، إلى الطرف الأيمن من المتباينة. وحيث أنه توجد أنواع متعددة من المتباينات الخطية في الحياة العملية، فإن الأمر يتطلب دراسة أكثر للقيود والمتباينات.

6-5.7.6 المشكلة الثنائية The Dual Problem

تسمى مشكلة برمجة خطية، من النوع الذي يراد فيها جعل دالة الهدف أكبر ما يمكن، بالمشكلة «الأصلية». وتسمى المشكلة التابعة لها، والتي يراد جعل دالة الهدف فيها أقل ما يمكن بالمشكلة «الثنائية». كما يمكن أن تسمى المشكلة التي يراد جعل دالة الهدف فيها أقل ما يمكن بالمشكلة الأصلية، وبالتالي، فإن المشكلة التابعة لها، والتي يراد جعل دالة الهدف فيها أكبر ما يمكن، بالمشكلة الثنائية. وإذا كان هناك حلاً أمثلاً ممكنا للمشكلة الأصلية، فإنه بحل المشكلة الثنائية سوف نصل إلى نفس الحل الممكن الأمثل.

وعلى أية حال، فإن السبب الرئيسي لاعتبار المشكلة الثنائية، هو أنه إذا كانت المشكلة الأصلية بها عدد قليل من المتغيرات، ولكنها تحتوي على عدد كبير من القيود، فإن حل المشكلة الثنائية يجعل كمية الحسابات أقل.

6-5.8 البرمجة الديناميكية Dynamic Programming

من كل الأساليب الرياضية المطبقة في بحوث العمليات، قد تكون البرمجة الرياضية أسهل في المفهوم، ومع ذلك فهي أصعب في التطبيق. وإحدى هذه الصعوبات في التطبيق هي القصور في وجود قوانين محددة، وأسلوب حل محدد. ونتيجة لذلك، فإن كل مشكلة تحتاج إلى قواعد أساسية نابعة من نفس المشكلة لتكوين المعادلات. ويجب قبل

كل شيء، فهم كل من المشكلة والأسلوب الذي سيتبع قبل البدء في الحل. وليس هناك قواعد بسيطة يمكن إتباعها، والتي يمكن أن تؤدي إلى الحل الصحيح. ونتيجة لذلك فإن أسلوب البرمجة الديناميكية سوف يوضح بحل أمثلة مختلفة.

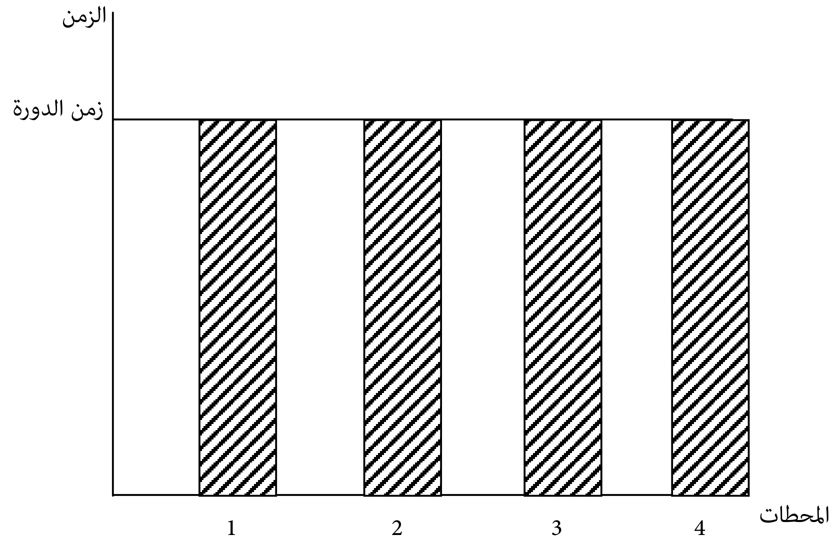
وأنسب استخدام للبرمجة الديناميكية هو لحل المشاكل التي تحتاج قرارات معتمدة على بعضها، أي القرارات التي تجري في تتابع معين وتؤثر على القرارات التالية في ذلك التتابع.

والمفاهيم التي أوجدها (ريتشارد بيلمان)، تسمح بإيجاد حلول مثلي لجزء من التتابع، ثم تربط بعد ذلك الأجزاء التي تم إيجاد الحلول المثلي لها، في خط، حتى يتم في النهاية إيجاد الحل الأمثل للتتابع كله. ويمكن تطبيق هذه المفاهيم على المشاكل التي تحتوي دوال مستمرة، أو المشاكل التي تكون القيم الصحيحة فيها هي القيم العملية فقط.

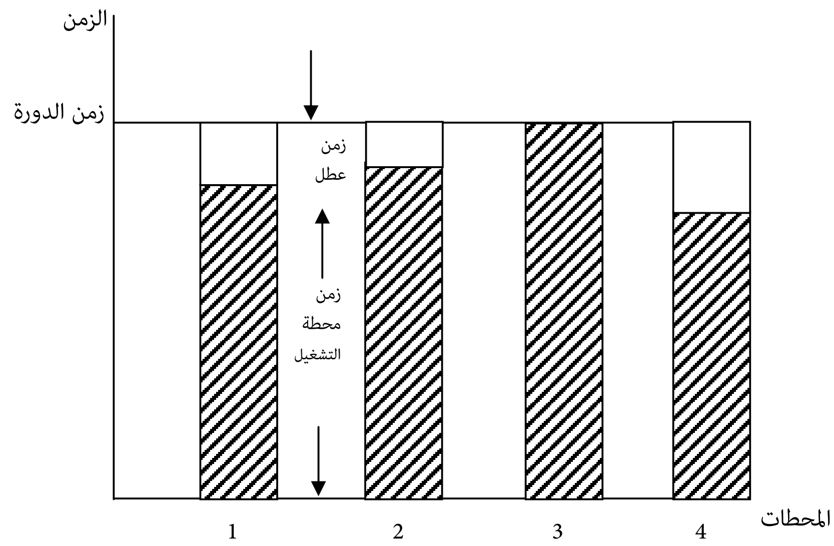
6-5.9 موازنة الخطوط Line balancing

قد تدل خطوط انسياب الإنتاج أو التجميع على كفاءة أقل من القصوى، ويبين شكل (6-4) خط انسياب موازن تماماً ومثالي، حيث نجد زمن الدورة وزمن المحطة متساويان. وزمن الدورة، هو ذلك الزمن المتاح للعامل لإتمام العمليات، والذي يجب أن يكون مساوياً أو أكبر من زمن المحطة. أما زمن المحطة فهو ذلك الزمن اللازم لإكمال العمل الخاص بالمحطة.

ولتصميم مثل هذه الأنظمة فإنه من النادر الحصول على الحالة التي بالشكل (6-4) وإنما نحصل عموماً على ما يشابه شكل (6-5) حيث أزمنة المحطات تتغير، والزمن الأقصى للمحطة يكون أقل من زمن الدورة المطلوب.



شكل (6-4) موازنة تامة



شكل (6-5) موازنة غير تامة

ومن هذه الأشكال نجد أنه من الواضح أن أهداف الموازنة تكون كما يلي:

1- تقليل الفقد في الموازنة.
2- تقليل عدد محطات التشغيل إلى أقل ما يمكن.
3- توزيع الفقد بين محطات التشغيل.

ويلزم الحصول على هذه الأهداف، مع الأخذ في الاعتبار ترتيب أداء العمليات، أي الأسبقية اللازمة. وهناك كذلك عمليات معينة هي بطبيعتها لا يمكن أن تجري في محطات تشغيل معينة، أي تلك العمليات التي تتطلب خدمات خاصة، كالتهوية والدهان ومعدات امتصاص الصدمات وغيرها، حيث تخلق قيوداً موضوعية بسبب عدم توافقها مع باقي العمليات.

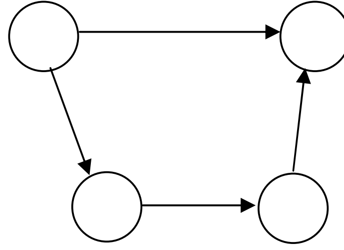
وهناك طرق مستخدمة عديدة لتحديد تعيين المحطات. تسمح هذه الطرق بالأسبقية بين عمليات وأخرى، كما تسمح بالقيود الموضعية. وهناك جهد ملحوظ في هذا المجال من الناحية الرياضية البحتة، كما أنه من الصعب معالجة هذه النماذج الصعبة من ناحية التطبيقات العملية. وهناك طريقة دقيقة بما فيه الكفاية، وفي نفس الوقت سريعة، وتعطي إجابات مقبولة. هذه الطريقة هي طريقة الوزن الموضعي الترتيبي.

6-5.10 تحليل المسار الحرج Critical Path Method

يساعد تحليل المسار الحرج في ثلاثة أوجه هي التخطيط، والتحليل والجدولة، والضبط. ويمكن بعد تخطيط المشروع أن يتبين من التحليل، أن التخطيط الأصلي غير مقبول، ويجب عمل تخطيط جديد، يحتمل تعديله هو الآخر بعد ذلك. وهذه الدورة المتتابعة «تخطيط - اختيار - تعديل - إعادة تخطيط» تصلح عموماً لأي نوع من التخطيط. وأسلوب تحليل المسار الحرج يسمح بتغييرات يمكن إجراؤها بسرعة ودقة أكثر من أي أسلوب آخر.

(أ) التخطيط

يلزم في التخطيط وضع المشروع في صورة رسم تخطيطي مكون من دوائر (تمثل الأحداث Events) وأسهم (تمثل الأنشطة Activities) خارجة من أو تؤدي إلى الدوائر (شكل 66).



شكل (6-6)

(ب) التحليل والجدولة

بعد أن تتم عملية التخطيط، يبدأ التحليل، وذلك بالإجابة على السؤال «كم يستغرق من الزمن إتمام المشروع كله؟» ومن الواضح أن أقل زمن ممكن يتحدد بالأنشطة المتتالية التي تحتوي على أكبر زمن، وإذا زاد أي نشاط في هذا المسار في الزمن الذي يستغرقه، فإن زمن المشروع الكلي يزيد بالتالي، بينما قد يزيد زمن الأنشطة الأخرى بدون التأثير بالزيادة على الزمن الكلي للمشروع. وهذا المسار المحدد هو مسار حرج بالنسبة لأداء المشروع، ويسمى «بالمسار الحرج».

والأنشطة التي لا تقع على المسار الحرج قد يكون لديها فائض إذا كان زمن النشاط من بدايته إلى نهايته أقل من الزمن الكلي للمسار الحرج، ويمكن البدء فيه متأخراً بقيمة الفرق بين الزمنين بدون أن يؤثر ذلك على زمن إتمام المشروع.

ويمكن القيام بتحليل لكافة الأنشطة، وقيد نتيجة التحليل في جدول يبين بالنسبة لكل نشاط الوقت الذي يمكن أن يبدأ فيه إما مبكراً أو متأخراً، والوقت الذي ينتهي فيه، إما مبكراً أو متأخراً ومنه يمكن وضع برنامج زمني للأنشطة المختلفة، ويسمى هذا الأسلوب بالجدولة.

(ج) الضبط

يساعد التحليل في ضبط المشروع أثناء تنفيذه. وبمقارنة الأداء الفعلي للمشروع بالخطة يمكن معرفة ما إذا كان الزمن الكلي للمشروع يمكن الوصول إليه.

(د) أزمنة الأنشطة

توجد أربعة أزمنة للأنشطة هي الزمن المبكر لبدء النشاط والزمن المتأخر لبدئه وكذلك الزمن المبكر لانتهاء النشاط والزمن المتأخر لانتهائه.

والزمن المتأخر لأي حدث هو آخر وقت يسمح بحدوث الحدث بدون الإخلال بالزمن الكلي للمشروع، والزمن المبكر لبدء النشاط هو الزمن المبكر لإمكان البدء في النشاط، ويتحدد هذا بالزمن المبكر للحدث عند بداية النشاط. والزمن المتأخر لانتهاء النشاط هو الزمن المتأخر لانتهاء الحدث الذي عند نهاية النشاط. ويتحدد الزمن المتأخر لبدء النشاط بطرح زمن النشاط من الزمن المتأخر لانتهائه.

ونستخدم طريقة المصفوفات لحساب الأزمنة المبكرة والمتأخرة للأحداث.

(هـ) حساب الزمن الكلي للمشروع

الزمن الكلي للمشروع هو أقل زمن يمكن تكملة المشروع فيه، وهذا يتم تحديده بمجموعة من الأحداث المتتابعة تسمى بالمسار الحرج (أو المسارات الحرجة).

والزمن الكلي للمشروع يعطي بواسطة الزمن المبكر للحدث الأخير.

(و) الزمن الفائض الكلي

إن أقصى زمن متاح لإتمام أي نشاط = الوقت المتأخر لانتهاء النشاط ناقص الوقت المبكر الذي يمكن للنشاط البدء فيه.

وعلى ذلك فإن الامتداد أو التراخي لهذا النشاط = أقصى زمن لإتمام النشاط ناقص الزمن الذي يحتاجه النشاط. وأي امتداد أو تراخي أكبر من ذلك يغير المسار الحرج ويزيد الزمن الكلي للمشروع. ويسمى هذا الامتداد أو التراخي بالفائض الكلي.

والفائض الكلي الذي يظهر في نهاية النشاط يمكن أن يظهر في بدايته، أي أنه يمكن أن يتأخر بدء النشاط بقيمة الفائض كما يمكن أن يظهر هذا الفائض في النشاط ذاته، وذلك بزيادة زمن بدء النشاط ذاته عن ذلك الزمن الذي بالتخطيط.

(ز) الفائض الحر والفائض المستقل

إن الفائض الحر يمثل فقط الفائض الذي لا يؤثر على الأنشطة التالية. وعندما يكون امتصاص الفائض لا يؤثر على الأنشطة السابقة أو اللاحقة، فإن الفائض يمسى في هذه الحالة فائضاً مستقلاً.

(ح) تقليل زمن المشروع

قد يؤدي تقليل زمن المشروع إلى زيادة في التكلفة، وذلك بزيادة المعدات المستخدمة وغيرها، وإذا كانت تكلفة تقليل الزمن معروفة، فإنه يمكن عمل جدول يبين تكلفة تقليل الزمن بوحدة واحدة لكل نشاط، وتسمى تلك التكلفة بميل التكلفة (Cost slope).

ويمكن إعداد جدولاً يبين، بالنسبة لكل نشاط، زمن الأداء الفائض الكلي، ميل التكلفة دينار/أسبوع.

ومن هذا الجدول يمكن التعرف على النشاط الذي يحمل أقل قيمة لميل التكلفة.

وبدراسة تأثيرات تقليل أو زيادة الأنشطة على تكاليفها، يمكن الوصول إلى أنسب حل فيما يتعلق بتقليل الزمن الكلي للمشروع مع تقليل التكلفة الكلية، وفي الشبكات الكبيرة يكون عدد البدائل كبيراً جداً بحيث يصبح من الضروري استخدام الحسوب.

6-5.11 أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (برت)

سبق الكلام عن طريقة برت في الفصل الخاص بفنيات اتخاذ القرار، وتم التركيز على استخدام برت/ تكلفة. نظراً لأهمية هذه الطريقة في مجال بحوث العمليات. نورد فيما يلي شرح عام لهذه الطريقة.

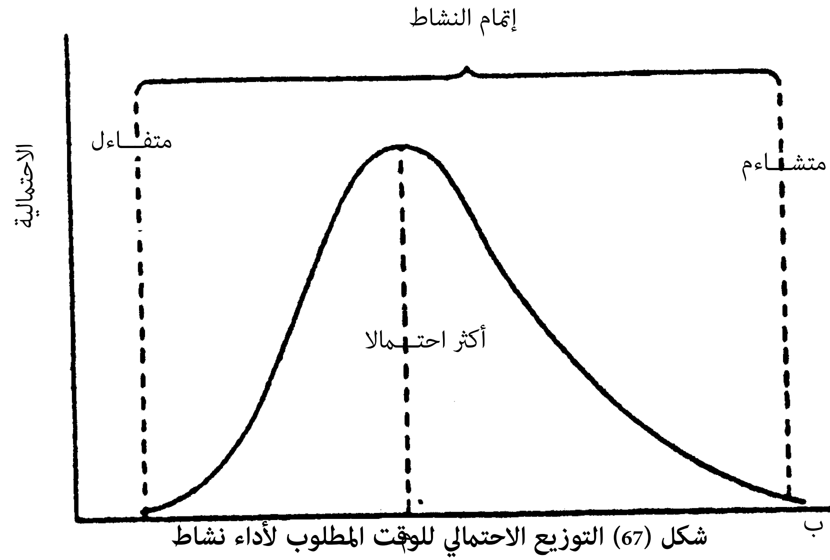
في استخدام برت في برنامج زمن تستخدم ثلاثة تقديرات للوقت لكل نشاط مبنية على الأسئلة الآتية:

(1) ما هو أبكر وقت (المتفائل) تتوقع فيه أن تتم هذا النشاط إذا ما سار كل شيء على ما يرام؟

(2) في ظل ظروف متوسطة، ما هي فترة الوقت الأكثر توقعاً لهذا النشاط (الأكثر احتمالاً)؟

(3) ما هو أطول وقت ممكن (الوقت المتشائم) يلزم لإتمام هذا النشاط إذا سار كل شيء تقريباً على غير ما يرام.

ومع هذه التقديرات يمكن عمل توزيعاً احتمالياً للوقت الذي يلزم لأداء النشاط (شكل 6-7).



شكل (67) التوزيع الاحتمالي للوقت المطلوب لأداء نشاط

ويبدأ النشاط activity، واعتماداً على مدى وقوع الأحداث evests في أوقاتها بنجاح فإن الانتهاء يقع في نقطة ما بين أ، ب (بالقرب من م).

إن أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (برت) يزيد قليلاً عن أسلوب المسار الحرج، الذي تم الكلام عنه في البند السابق، حيث أنه يسمح بإضافة احتمالات أزمنة الأنشطة، وعادة، نادراً ما تكون الأزمنة الحقيقة لنشاط متكرر ثابتة، بل أن التوزيع الحقيقي لهذه الأزمة غاباً ما يتبع توزيع معيناً. ويمكن إيجاد متوسط وتباين Variance ذلك التوزيع، بطريقة تقريبية، من تقدير موضوعي للأزمنة المتفائلة، الأكثر احتمالاً، والمتشائمة وذلك كما يلي:

$$\text{الزمن المتوسط} = \frac{\text{المتفائل} + 4\ \text{الأكثر احتمالاً} + \text{المتشائم}}{6}$$

$$\text{التبايـن} = \left(\frac{\text{المتشائم} - \text{المتفائل}}{6}\right)^2$$

الانحراف المعياري = الجذر التربيعي لمجموع مربعات الانحراف المعياري للأنشطة

ولحساب احتمالات الانتهاء للأنشطة المختلفة، واحتمال انتهاء المشروع في زمن أقل من الزمن المبكر المحسوب، يستخدم منحني التوزيع الطبيعي وجداول التوزيع الطبيعي التي يمكن الرجوع إليها في أي كتاب من كتب الإحصاء.

هذا ويلزم في حالات الشبكات المعقدة، تحديد المسار الحرج أولاً، ثم تطبيق هذه الطريقة على الأنشطة المتتابعة الخاصة بالمسار الحرج.

الفصل السابع

7- تكامل منظومتي عمليتي الإدارة والرقابة

7-1 منظومة الإنتاج المتكاملة

يكاد يكون من المستحيل وصف عنصراً واحداً في منظومة الإدارة أو منظومة الإدارة أو منظومة الرقابة بدون معرفة بعض العناصر الأخرى في المنظومة. وكما سبق توضيحه، تتكون منظومة الإنتاج من منظومات أصغر كثيرة متكاملة. وكل منها منظومة تعتبر مكونة من مكونات منظومة المنشأة الشاملة. وحتى الآن تم تناول العناصر المنفردة ووسائل الرقابة والقرارات الضرورية للتشغيل الفعّال، والآن سيتم تناول كيفية دمج أو تنظيم هذه العناصر والوسائل والقرارات في كل شغّال بفعالية.

ولسنين طويلة، كان يتم قياس أموال المنشأة وإنتاجها بوسائل فنية مثل:

- المحاسبة: وتستخدم لتسجيل ومقارنة العمليات الماضية.
- قياس العمل: الذي استخدم في الحالات التي يكون فيها العمل الإنتاجي متكرراً. ولم تمتد هذه الوسيلة إلى عمل آخر خلاف العمل الإنتاجي المباشر.
- رقابة الإنتاج: وتستخدم لتسجيل معدل وحجم الإنتاج، ودوران المخزون، وتحميل المعدات، ومقارنة هذه الأمور بالقياسات أو المعايير المقررة.
- التفتيش: ويستخدم لتحديد النوعية، والمعيب، والمخرد، والمقصر في الأداء.

وقد أفادت هذه الوسائل في الماضي ومازالت مفيدة كقياسات للكفاءة، إلا أنه لا ينبغي الاكتفاء بها وعدم العمل على تحسينها.

إن التخطيط للمنظومات وديناميكيات العناصر في المنظومة توفر مجالاً أكثر اتساعاً لعملية رقابة الإدارة.

7-2 مدخل المنظومات:

تتكون المنظومة من مجموعة من قطع مترابطة فيما بينها، إن الإنسان يمكن اعتباره منظومة من أعضاء، ومجموعة من الناس كمنظومة من الأفراد، وأقسام الإنتاج تكون منظومة إنتاج.

إلا أن المنظومة لا تتواجد ككيان منفصل، إنها ترتبط بينيا بوحدات أو منظومات أخرى لا يمكن تجاهلها في التحليل.

إننا لا يمكن أن نعزل إدارة إنتاج بكاملها ونحاول أن تدرس تعقيدات عملياتها، بل علينا أن نأخذ في الاعتبار تفاعلات الإدارات الأخرى مع منظومة الإنتاج، وكذلك لا يمكننا أن نعزل المنشأة ونفترض أنها تتواجد بمفردها. إن دراسة وتحليل المنشأة ينبغي أن تأخذ في الاعتبار جميع العناصر الخارجية التي تحيط بها، وتؤثر على تشغيلها: عملاءها، منافسوها، السلطة والاقتصاد، إن هذه التأثيرات الخارجية ينبغي أن تعتبر كجزء من المنشأة عند تحليل النشاط العام للمنشأة.

وعلى ذلك فإن دراسة منظومة الإنتاج ينبغي أن تهتم ليس فقط بالمجموعات أو المنظومات الداخلية، بل أيضاً بالعناصر التي تهتم بها المنشأة.

7-3 المنظومات الداخلية

إن التأثيرات الخارجية لها تأثير رئيسي على النشاط في المنظومة الأصغر، فمثلاً تعتمد منظومة رقابة إنتاج على منظومة رقابة مواد، منظومة مناولة مواد، منظومة ورشة تشغيل، منظومة رقابة نوعية وغيرها كثيرة. وبالمثل تعتمد منظومة رقابة المواد على منظومة

الشراء، منظومة المخزون، وغيرها. وتعتمد منظومة رقابة التكاليف على منظومة هندسة الإنتاج (لإعداد قوائم القطع وفواتير المواد)، منظومة رقابة المواد، منظومة رقابة الإنتاج وكثير غيرها.

ومنظومة تحسين التكلفة تمتد إلى خارج المنشأة، بالنسبة لبعض اعتباراتها: إلى الموردين للمنشأة حيث يمكن إيجاد وفورات كبيرة. ومنظومة رقابة النوعية تعتمد على أحوال السوق، العميل، المنافسة، وكذلك على المنظومات الداخلية.

واتخاذ قرار في أي مجال من هذه المجالات يؤثر على القرارات التي يمكن أن تتخذ في مجالات أخرى. إلا أنه يوجد ميل للمغالاة في تبسط الأحوال وعدم النظر للتأثيرات وراء محاسبة التكاليف، قياس العمل، ورقابة الإنتاج. وغالباً ما لا ينظر مدير الإنتاج بعيداً إلى التأثيرات البيئية.

7-4 المنظومات الأكثر اتساعاً

قد تظهر السجلات أن إدارة الإنتاج تقف، في الوقت الحاضر، على أساس مالي سليم، إلا أنها ينبغي أن تظهر أيضاً ما إذا كانت هذه الحالة ستستمر في السنوات القادمة، هذا النوع من التأمين لا يوجد في القوائم المالية العادية. وكثير من المنشآت قد تواجه أزمة في الوقت الذي يقدم فيه تقرير عن أن السنة المالية جيدة، ويمكن أن يحدث هذا بسبب إهمال المنشأة للتطوير والتخطيط للمستقبل.

وعلى الرغم من أن كثير من العوامل المؤثرة على المنشأة لا يمكن التعبير عنها بأرقام حسابية، إلا أنها هامة جداً بالنسبة لنجاح المنشأة. وعلى الرغم من كل جهود باحثي العمليات ومبرمجي الحسوب لتحويل القرارات إلى علم دقيق، فإن كثيراً من المؤثرات على فعالية الإنتاج مازالت تعتمد على حكم وتصرف مدير الإنتاج. إن مدير الإنتاج ينبغي أن يكون قادراً على معرفة والتعرف على هذه المنظومات أو المؤثرات الأكثر اتساعاً، وعليه أن يتأكد من أنها تعمل لصالح المنشأة.

7-5 فكرة منظومة الإنتاج

إن منظومة الإنتاج ليست ثابتة ولكنها ديناميكية دائمة التغيير. لا توجد وسيلة واحدة لا تتغير يجب إتباعها في عمل الأشياء، توجد أشياء كثيرة تشغل بال مدير الإنتاج. إنه يتعامل مع تصميم المنتج، تدفق المواد، عمليات التشغيل، سعة الآلات والمعدات، التدريب وأشياء أخرى كثيرة. إنه يعرف أنه لا يمكنه أن يتعامل بنجاح مع أي منظومة إلا إذا استوعب جميع التفاعلات التي تؤثر عليها.

إن أساس كل منهج إنتاج هو تدفق المواد، خلال عمليات تشغيل عديدة، إلى أن تخرج كمنتجات تامة. وأثناء هذا التدفق الأساسي، تحدث أحداث ثانوية كثيرة، كل منها ضروري للحفاظ على استمرار تدفق الإنتاج.

وقبل الإنتاج تكون هناك عمليات أخرى قد تحدث مثل تصميم المنتج وتصميم العملية. وبعد عمليات الإنتاج تحدث وظيفتي البيع والتسويق.

ويبين الرسم التعبيري في الشكل (7-1) منظومة إنتاج.

والرسم يبين التدقيق الرئيسي في وسط الرسم حيث تدخل المواد من اليسار وتستمر خلال عمليات التشغيل المختلفة، وتخرج في النهاية من يمين الرسم ذاهبة إلى مجال أو منظومة التسويق، والمربعات أعلى وأسفل المنظومة الرئيسية تبين المنظومات الثانوية التي قد تساهم للمنظومة الرئيسية بشكل ما.

ويؤدي الرسم إلى النتائج الآتية حول منظومة الإنتاج:

- لا يمكن لها أن تعمل كمنظومة منفصلة.
- إنها تعتمد اعتماداً قوياً على بعض النظم المبينة في المربعات.
- ينبغي أن يتم الشراء والتفتيش والتخزين للمواد الخام قبل أن تعمل المنظومة.
- ينبغي أن يتم تصميم المنتج والنهج الإنتاجي قبل أن يمكن للمنظومة أن تعمل.



شكل (7-1) فكرة منظومة إنتاج

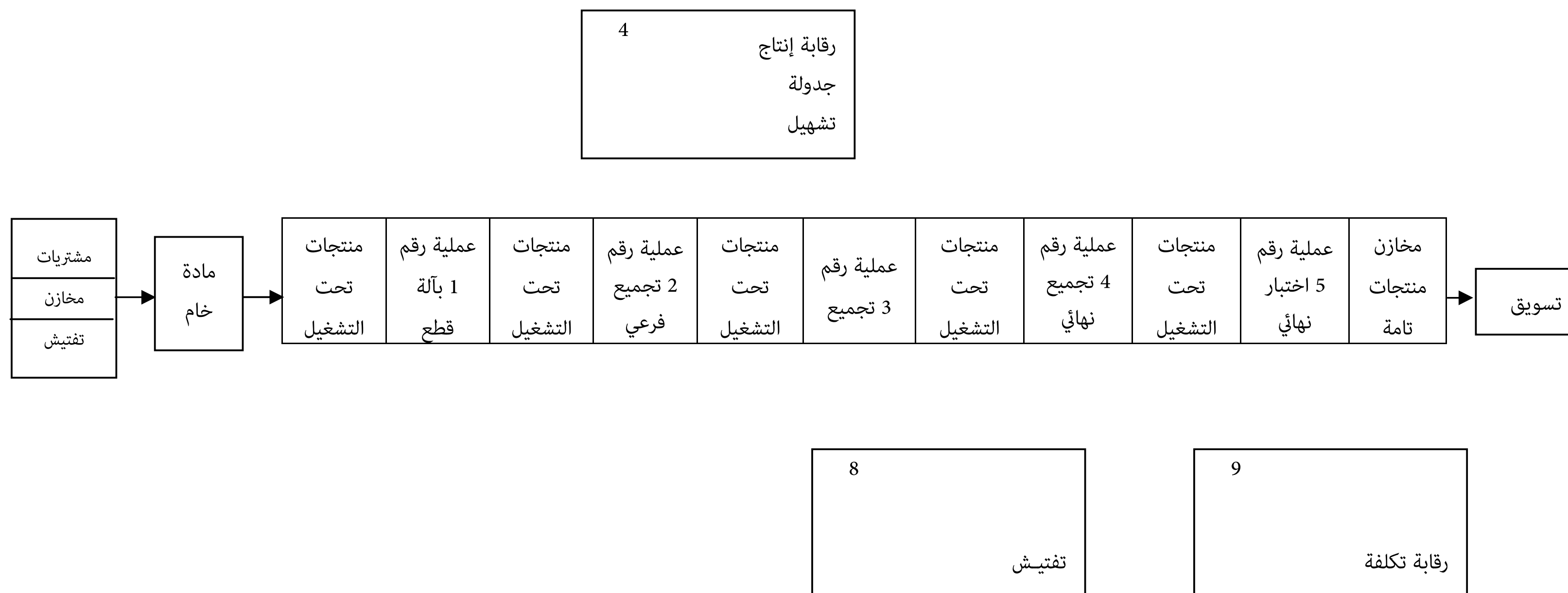
- ينبغي أن تكون إدارتا الهندسة الصناعية وهندسة القيمة قد أتمتا دوريهما.
- ينبغي أن تكون المواصفات، الرسومات، لوحات التعليمات، فواتير المواد، قوائم القطع Part list الخ قد تم تحضيرها.
- ينبغي أن تكون إدارتا الهندسة الصناعية وهندسة القيمة قد أتمتا دوريهما.
- ينبغي أن تكون العدد قد تم إعدادها.
- ينبغي أن يكون المصنع والوسائط، الآلات والمعدات جاهزة عندما يحتاج إليها.
- ينبغي أن تكون إدارة الأفراد قد أدت وظيفتها، أن يكون المشرفون والمنتجون قد تدربوا وفي مواقعهم.
- يحتاج الأمر إلي وظيفتي التخطيط والرقابة لتتوليا رقابة الإنتاج، النوعية، المحاسبة، والتكاليف.

إن الوظائف والعناصر المبينة في المربع 1 تبدو بعيدة لحد ما عن منظومة الإنتاج، إلا أنه لا يخفي أن هذه الوظائف والعناصر تؤثر على المنتج أو منظومة الإنتاج بشكل ما، فمثلاً:

- أن العلاقات العامة أو وظيفة الإعلان قد تخلق سمعة للمنتج تجعل من المستحيل عليه أن يبقى في السوق.
- إن خلافاً قانونياً مع السلطة أو مع منافس قد يفرض إجراء تغيير في منتج ما.
- قد يرغب مجلس الإدارة أو المدير العام أن يستبعد منتج ما ويستبدل به آخر؟

7-6 التكامل للرقابة أو التحكم Control

بالنظر إلى الرسم في شكل (7-1) وملاحظة المنظومات التي تختص بالرقابة، يمكن بسهولة تصور تأثيرات تنوع أو فشل في العملية. والشكل (7-2) يوضح المنظومات الأكثر تورطاً عندما يكون هناك مشكلة رقابة ينبغي حلها.



شكل (2-7) منظومات تتأثر بحالة رفض بمعرفة رقابة «النوعيـة»

ويلاحظ أن كثيراً من المنظومات لها تأثير قليل، أو ليس لها تأثير على منظومات الرقابة ويمكن إهمالها عند دراسة مشكلة رقابة.

إن الرفض بمعرفة رقابة النوعية يثير ردود فعل مباشرة في رقابة الإنتاج ورقابة التكلفة، وستنحصر المشكلة في أربعة مجالات أو منظومات هي: العمليات، رقابة الإنتاج، رقابة النوعية ورقابة التكاليف. وسوف لا يكون هناك عملياً رد فعل في المجالات الأخرى، إلا إذا كان الرفض خطيراً بحيث يسبب خللا في جداول التسليم والشحن. عندئذ، بطبيعة الحال، يمكن أن يتأثر البيع والتسويق.

الخطأ في التخطيط أو تحميل الآلات أو مناولة المواد قد يؤثر على سلسلة العمليات، ويحتمل أن يؤثر على المحاسبة، ولكن قلة أخرى هي التي قد تتأثر، إلا إذا نتج عن التعطل تأخيرات خطيرة.

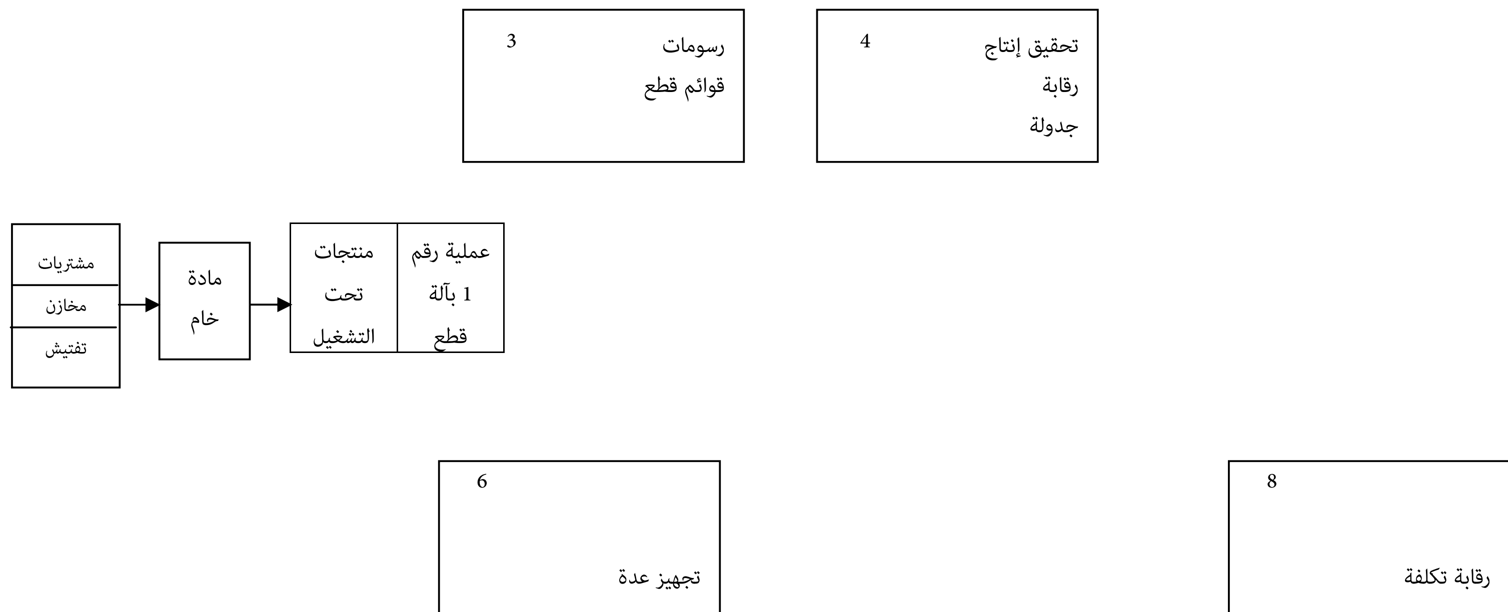
ويمكن إعطاء أمثلة كثيرة لتعطلات أو تغييرات في هذا المجال من مجالات التشغيل، ولكنها سوف تعطي دليلاً كافياً على إمكان التكامل المباشر للعناصر أو المنظومات لتواجه الطوارئ في منظومة الرقابة.

7-7 التكامل لتغيير في التصميم

يبين الشكل (7-3) المجالات التي قد يكون لها دور في حالة إذا ما تغير تصميم المنتج.

ولتتبع نتائج تغيير بسيط، نفترض عمل تغيير في أبعاد قطعة معدنية مصكوكة بمكبس.

- عنصر الهندسة الممثلان بالمربع 3 في الشكل (7-3) يعدان الرسم اللازم والتغييرات في قائمة القطع.



شكل (3-7) منظومات تتأثر بتغيير قطعة في عملية تشغيل بآلة

- تتشاور المنظومة الثانوية الهندسية مع عنصر المنظومة الثانوية رقابة الإنتاج (في الشكل 3-7) الممثل بالمربع 4، لتقرير النقطة في الإنتاج التي يتم عندها إدخال التغير.
- إخطار عنصر المنظومة الثانوية للهندسة الصناعية بالمربع 6، ليعد التغيير في العدد.
- تخطر المنظومة الرئيسية للتشغيل لتدخل التغيير في النقطة المناسبة في سلسلة الإنتاج.
- يخطر عنصر المنظومة الثانوية لرقابة النوعية، الممثل بالمربع 8 باحتياجات التغيير في التفتيش وبالنقطة التي يدخل فيها التغيير.

ومن غير المحتمل أن تتورط منظومات أخرى في تغيير بسيط من هذا النوع. أما إذا كان التغيير كبيراً فإن جميع المنظومات قد تتورط.

8-7 العلاقات البينية

لقد رأينا أنه لا يمكن تجاهل العلاقات البينية التي تتواجد بين منظومات ديناميكية كثيرة في عملية إدارة الإنتاج. وإذا لم يتم التعرف على العلاقات البينية وتخطيطها وتنفيذها في الوقت والمكان المناسبين، فإنها بالضرورة تظهر فيما بعد في شكل أكثر خطورة وتسبب صعوبات وتأخيرات رئيسية في الإنتاج.

إذا فشلت رقابة التوعية أو التفتيش في الأخطار عن انحراف في حدود السماح عند تشغيل قطعة، فإن المنتَج المجمَّع التام قد يُرفض أو يفكك. حتى يمكن أن تستبدل القطعة. ويترتب على ذلك تأخير التسليم وعدم رضاء العملاء وانخفاض إيرادات المنشأة.

وإذا لم يتم سَلسَلة تغيير بسيط في التصميم خلال القنوات الصحيحة، فقد لا تنجز تغييرات العِدد في الوقت المطلوب، وبذلك يتعطل خط الإنتاج بأكمله، وإذا لم تخطر رقابة التكاليف بتغيير يؤثر على هيكل التكلفة، فإن سجلاتها قد تصبح عديمة القيمة، إلا إذا أمكن تقدير التصحيحات وإدخالها في السجلات.

ويمكن إعطاء أمثلة كثيرة لما يمكن أن يحدث عندما لا تكون منظومتي عمليتي إدارة الإنتاج ورقابة الإنتاج متكاملتين تكاملاً صحيحاً.

7-9 التكامل الديناميكي

إن المصنع الذي ينتج منتجاً واحداً إنتاجاً مستمراً لا يتعرض إلا للقليل من المشقة بالنسبة لوسائل أو منظومات الرقابة، إن المنظومات تتكامل بشكل جيد في أعمال روتينية. إلا أنه بسبب غلبة التحديث والتغيير في التصنيع الحديث، فإن الرقابة نادراً ما تبقى على حال واحد، وأصبحت ديناميكية، وعلى هيئة الإدارة أن تدرس باستمرار تكامل الرقابة في منظومات مبنية على وظائف فعلية. إن التحديث والتغيير يعملان بسرعة على هدم معوقات تكامل المنظومات القديمة، وإحلال محلها منظومات مبنية حول وظائف واقعية، وهذه المنظومات لا يحدها إلا ذكاء مشغليها.

7-10 المنظومة البشرية

إن المنظومة البشرية واحدة من أهم المنظومات لأنها تتغلغل في منظومة الإنتاج بأكملها داخلياً وخارجيا.

يبين المربع 10 في الشكل (7-1) الخاص بفكرة منظومة إنتاج، وظائف إدارة الأفراد، أن هذه الإدارة يمكن أن تكون فعالة في اختيار، تعيين، تدريب المشرفين والمنتجين، في مستوى معين، وكذلك في أمور تتعلق بمستحقات الأفراد ومعاملاتهم. إن المسئولية الرئيسية لمشرف الإنتاج، رئيس قسم الإنتاج، مدير إدارة الإنتاج ومدير عام الإنتاج هي أن يخطط الأعمال الوظيفية لجميع المنتجين بحيث يتم إنجاز العمل بفعالية وكفاءة.

وبصرف النظر عن المدى الذي تصل إليه المنظومة في الميكنة أو الآلية بالحسوب، تظل المنظومة البشرية هي المنظومة الرئيسية وينبغي أخذها في الاعتبار في جميع خطط التكامل والتشغيل.

7-11 منتج .. فريق.. منظومة

إن المنتج في المصنع لم يعد يؤدي العمل نفسه يوماً بعد يوم. إنه عضو في المنشأة وجزء من فريق يعمل معاً لتحقيق نتيجة محددة. إنه جزء هام في منظومة. إن الفريق الذي يعمل يحتاج لأن يُحفّز ويُوّجه ليكون فعالاً.

إن الفريق العامل يبدأ بهيئة الإدارة العليا ويتضمن كل من في المنشأة: المديرين، المشرفين، رؤساء الجماعات، مشغلي الآلات، العاملين في التجميع، المفتشين، المختبرين، العاملين في التعبئة والتغليف، العاملين في الصيانة ومناولة المواد. وكل عضو في الفريق له أهميته لأن فشل أي عضو يؤثر على مقدار النجاح الذي يمكن أن يحققه الفريق.

7-12 منظومة أكثر ذكاء A More Intelligent System

أصبح التحديث والتغيير عادياً في منظومات الإنتاج، أن الشخص الذي يكون غير راغب أو غير قادر على أن يتكيف مع التغيير يصبح منتجاً يصعب أن ينسجم في المجموعة.

ومع الإقلال من الرسميات في المنشأة يحتاج تشغيل المنظومة إلى قدر أكبر من الذكاء، والأمر يحتاج الآن إلى قدر أكبر من التدريب والتعليم بصفة مستمرة.

يحتاج بناء وتشغيل المنظومات إلى قدر أكبر من العزيمة والذكاء. أن مديري الإنتاج، الذين عليهم أن يحققوا تكامل منظومات عديدة تراقب وتشغل إدارة الإنتاج داخلياً، وأن يتفاعلوا مع المنظومات الخارجية العديدة، التي تؤثر على منظومة الإنتاج، ينبغي أن يتصفوا بالذكاء الأساسي وتتوفر لديهم الخبرة.

7-13 وسائل التكامل

يحتاج مدير الإنتاج إلى كل مساعدة يمكنه أن يحصل عليها ليحقق التكامل ويشغِّل منظومة الإنتاج بفعالية. وفيما يلي استعراض لبعض الوسائل والمساعدات التي تتاح له:

أ- منظومات الرقابة

بعد إتمام التخطيط وتحديد الأهداف، تتولى منظومات الرقابة المختلفة الأمر، وتخطر باستمرار بأي انحراف عن الخطة أو الهدف، ومدى الانحراف. وهذه الرقابة تمتد إلى رقابة المواد، رقابة الإنتاج، رقابة المخزون، رقابة التكلفة، رقابة النوعية ورقابة العملية. ويمكن إعداد هذه المنظومات بحيث يتم إعلام مديري الإنتاج بالانحرافات عن الخطط أو الأهداف فقط.

ب - فنيات تحسين التكلفة

يوجد عدد من فنيات متطورة لتحسين تكاليف الإنتاج.

ج- هندسة القيمة

يمكن اعتبار تحليل القيمة بأنها إحدى فنيات تحسين التكلفة. علاوة على أن لها هدف آخر هو التبسيط بدون زيادة التكاليف.

د- التخطيط

يمكن أن تساهم طرق التخطيط المتقدمة مساهمة كبيرة في تحقيق التكامل السلس.

هـ - بحوث العمليات

يمكن أن تساعد في حل المشاكل الصعبة وفي التعريف بالوسيلة لتحسين تدفق الإنتاج بتكلفة أقل.

و - الحسوب

يوفر بيانات دقيقة سريعة لجمع منظومات الرقابة، بحيث يجعل كل منها أكثر فائدة وفعالية. ويعمل كحلال للمشاكل لكثير من القرارات الأكثر تعقيداً، وهو ذو قيمة كبيرة لبحوث العمليات في النماذج والمحاكاة. ويعطي حلولاً مثلى للمشاكل التي يتوفر فيها خيارات عديدة.

ز- الأخصائي الاجتماعي والنفسي

تتزايد أهميتهما لمدير الإنتاج في اختيار العناصر البشرية، وتحقيق تكاملهم مع المنظومة، والعمل على رفع الروح المعنوية.

ح- التقارير من المنظومة الأكثر اتساعاً

إن إدارة الإنتاج ترتبط ارتباطاً وثيقاً بإدارات المنشأة الأخرى، ومدير الإنتاج ينبغي أن يكون ملماً بما يحدث في البيع والتسويق والبحث والتطوير. إنه يجب أن يكون لديه الشعور بالانتماء للمنشأة. وأن يكون قادراً على نقل هذا الشعور لمن يعملون معه ليحصل على عمل جماعي فعّال.

ط- الدائرة الخارجية

ينبغي أن يكون مدير الإنتاج متعرفاً على المنافسة التي تواجهها المنشأة وعلى علاقة المنشأة بغيرها من المنشآت وعلى المنظومات الاقتصادية الأساسية.

7-14 إدخال الحسوب في منظومة الإنتاج

للتعرف على كيف يمكن إدخال الحسوب في عملية الإنتاج، يفترض أن العمل يتدفق لتنفيذ الطلب الخاص بالعميل على الوجه الآتي:

- استلام أمر العميل.
  - مراجعة مخزون المنتجات التامة.
  - إعداد جدول زمني للتسليم.
- إعداد أمر التشغيل.
  - مراجعة المنتجات تحت التشغيل.

- الحصول على قائمة بالقطع النمطية الخاصة بالمنتج.
  - مراجعة مخزون القطع.
  - شراء القطع الناقصة.
- الحصول على قوائم صرف مواد للقطع التي ستُشغل.
  - مراجعة مخزون المواد الخام.
  - شراء المواد الخام الناقصة.
- مراجعة تحميل آلات التشغيل.
  - إعداد برنامج وإدخاله في الجدول الزمني.
  - تحديد تكاليف المواد والعمالة المباشرة.
- تسجيل ومراجعة العمليات.
  - إعداد طلبات صرف المواد وسجلات الوقت للعمالة المباشرة.
- الحصول على قوائم قطع التجميع والتجميع الفرعي.
  - فرز القطع والمجموعات طبقاً للقوائم.
- تشغيل المجموعات الفرعية.
  - تعديل المخزون.
- محاسبة التكلفة.
  - التحميل في سجلات محاسبة التكلفة.
- التفتيش.
  - مراجعة العمليات.
- أداء التجميع النهائي.

- تعديل المخزون.
- التحميل في سجلات محاسبة التكلفة.

● التفتيش والاختبار.

- مراجعة التجميع والتشغيل.

● إتمام وتقفيل الأمر.

- القيد في مخزون السلع التامة.
- التحميل في سجلات محاسبة التكلفة.

- والآن ندرس كيف يمكن إدخال الحسوب في هذه المنظومة من العمليات:

● بمجرد استلام الأمر، يقوم الحسوب بمراجعة ما إذا كان المنتج موجوداً بالمخزن. وإذا لم يكن موجوداً، يعد أمر تشغيل بالكمية المطلوبة.

● يقدم الحسوب قوائم بالقطع النمطية وبالمواد، موضحاً الكميات الموجودة والكميات التي تصنع أو تشترى، ويميز البنود التي تشتري (أو التي عادة تشتري) بحرف رمزي. ويميز البنود التي عادة تصنع بحرف رمزي آخر.

● يعد الحسوب أوامر تشغيل للقطع التي تُشَّغل، ومعها بطاقات صرف أو طلبات للمواد المطلوبة.

● يعد الحسوب لوحة تحميل لآلات الإنتاج. وهذه اللوحة تراجع بمعرفة المخطط ليضمِّن الأمر الجديد، ويعيد إدخال الخطة المراجَعَة في الحسوب لإجراء التعديلات مع تقدم العمل.

● يراجع الحسوب ميزانية العمالة المباشرة ويظهر التجاوز أو النقص في الإنفاق.

- يسجل الحسوب ساعات العمالة للفرد للشغلة مع تقدم العمل، ويعد الاستحقاقات للعمالة المباشرة من هذا السجل (ينبغي أيضاً الإخطار بوقت التعطل).
- بعد إتمام القطع والمجموعات،واستلام القطع المشتراة، ينجز الحسوب التعديلات الضرورية الخاصة بالمخزون.
- يقدم الحسوب قائمة تفصيلية لكل مجموعة بحيث يمكن عزل القطع في دفعات تجميع.
- يجري الحسوب التعديلات الضرورية في المخزون، من مخزون القطع والمجموعات إلى مخزون المنتجات تحت التشغيل والعكس.
- يجري الحسوب بالطريقة نفسها، التعديلات الخاصة بالتجميع النهائي والاختبار. ويظهر المنتج التام في مخزون المنتج التام، ويظهر التكلفة التامة (نمطية أو فعلية) طبقاً لطريقة المحاسبة.

هذا ولا تزال توجد مواقع كثيرة في المنظومة لا يدخل فيها الحسوب ويكون الحكم والتصرف البشري فيها ضرورياً، إلا أنه مع توفر المعلومات أو إتاحتها بسهولة، لا تكون القرارات صعبة وبصبح التصرف روتينيا.

وفوائد إدخال الحسوب لا تقتصر على الإنتاج، ويمكن عملياً لجميع الإدارات الأخرى أن تحصل على معلومات مفيدة من المنظومة. هذا بالإضافة إلى أن هيئة الإدارة العليا يمكنها أن تعرف، في جميع الأوقات، ما إذا كان التصنيع يتم في حدود الميزانية الخاصة به.

ويوجد تحذير ينبغي التنبه له، وهو أن الحسوب لا يمكن أن يكون أكثر دقة من المعلومات التي يُغذي بها.

7-15 الحسوب وهيئة الإدارة المتوسطة

يزيد استخدام الحسوب في الإنتاج بحيث أن البعض يخشى أن يختفي مستوى الإدارة المتوسطة، إلا أنه يؤخذ في الاعتبار، في هذا الصدد، أن الحسوب يغيِّر طبيعة عمل المدير المتوسط. جزء كبير من هذا العمل تغلب عليه الرتابة والتكرار، وهذا النوع من العمل يمكن أن يؤديه الحسوب. ومع التقدم الصناعي، سيكون عمل المدير المتوسط مبدعاً أكثر. وربما يتحول كثير منهم إلى أمور تتعلق بالإفراد مثل تحفيز العاملين. أو إلى أنشطة الحسوب.

ومسئول الحسوب في المستوى الأعلى يتولى الأمور الخاصة بنوعية وأداء والتخطيط المستقبلي لأنشطة الحسوب، وينسق عمل مديري الحسوب الآخرين. وفي معظم الأحيان، تتضمن أهدافه التجميع الكفء لتوجيه الحسوب والتنسيق المركزي لمنظومات معالجة البيانات بالحسوب. وتوجد مسئولية أخرى هامة لمسئول الحسوب في المستوى الأعلى هي أن يعمل مع المسئولين التنفيذيين الآخرين الذين عليهم أن يحددوا كيف يستخدم الحسوب في عملياتهم. وعليه أيضاً أن يعمل مع المدير العام للمنشأة للوصول إلى الاستخدام الأمثل للحسوب، لكل من العمليات الجارية والتخطيط طويل الأجل. وغالباً ما يؤدي مهامه كمسئول هيئة الإدارة العامة المختص بأنشطة بحوث العمليات، المنظومات الكتابية والإجرائية، وكذلك بنشاط التخطيط العام للمنشأة.

7-16 اختيار مديري المستقبل

يعتقد البعض في أهمية القدرة العقلية في مواقع هيئة المديرين، ويقع اختيارهم على ذوي المواهب العقلية العالية من خريجي الكليات المعنية، ويوفروا لهم تدريباً مكثفاً، ويتابعوا تقدمهم في العمل، ويسجلوا نجاحاتهم وإخفاقاتهم، ولا يختاروا منهم لتدريب لاحق أو لمواقع مسئولية إلا المبرزين. وكقاعدة عامة، يكون المسؤولون الأصغر سناً

أكثر تقبلاً لنمط الإنتاج الذي يتغير باستمرار ويمكنهم أن يتمشوا أكثر من التغيير. إن هذا البعض يراهن بقوة على القدرة العقلية عند اختيار المديرين.

والبعض الآخر يراهن بقوة أكثر على الخبرة الطويلة في عملية الإنتاج كأساس لاضطراد النجاح. وهناك بعض ثالثٌ يعتقد أن النجاح يكمن في تنويع المنتَج. إلا أن الجميع يتفقون على حقيقة أساسية واحدة: وهي أنه مهما تنوعت طرق اكتساب النوعية في عملية الإدارة، فإن النجاح المستقبلي يعتمد بقدر كبير على نوعية عملية الإدارة.

الفصل الثامن

8- منظومة ترشيد التكاليف والنوعية والاعتمادية

8-1 مقدمـة

في هذا الفصل سننظر إلى التكاليف من وجهة نظر الوظائف الرئيسية للمنشأة باعتبارها منظومة من منظومات عملية الإدارة.

ينبغي أن ينظر إلى تحسين التكاليف على إنهاء منظومة مثلها في ذلك مثل عملية الإنتاج التي تعتبر منظومة كبيرة مكونة من عدة منظومات أصغر متكاملة فيها.

يمكن زيادة الفائض (الربح) وهو الفرق بين التكاليف الكلية وسعر البيع، إما بزيادة السعر أو بتقليل التكاليف ، إلا أن زيادة السعر غالباً ما يتعذر تحقيقها بسبب المنافسة.

عندما يصل الأمر إلى تخفيض التكلفة يصبح لتوصيل المعلومات الأهمية نفسها التي للمعرفة. إن التحكم في التكاليف في المنشأة يعتمد على المساهمات الفردية والتحفيز الجماعي. وجهود خفض التكاليف ينبغي أن تدخل ضمن وظيفة كل فرد في المنشأة وتبدأ من القمة.

إن تدبر أمر فعالية التكلفة يبدأ بنشر الوعي الفردي بأهمية تقليل التكلفة. والتحفيز الصحيح للعاملين يبدأ بهيئة الإدارة وبصفة خاصة، الرئيس المسئول في كل مركز تكلفة.

قد تنشأ فكرة تخفيض التكلفة في إدارة مـا كـالإدارة الهندسـية مـثلاً، إلا أن تنفيـذها يعتمد على إدارة أخرى كإدارة الإنتاج، الأمر الذي يتطلـب حـث جميـع الإدارات لتنسـيق جهودها في هذا السبيل، وإلا فإن الأفراد يصبحوا غير مبالين، وينهار برنـامج تخفـيض التكلفـة بأكملـه. وعـلى ذلـك فإنـه لتحقيـق جـو عـام وتحفيـز فـردي ينبغـي عـلى إدارة المنشـأة أن

تضمن مسئولية تخفيض التكلفة في بطاقة وصف كل موقع عمل في المنشأة. وبذلك يصبح العمل على خفض التكلفة عمل من الأعمال اليومية لكل فرد. مثله مثل أي عمل آخر.

8-2 أفكار خفض التكلفة قد تأتي من أي إدارة

يمكن أن يأخذ خفض التكلفة شكل من أشكال تبسيط العمل أو تحسينه أو تحقيق مخزون أقل وقد تأتي الفكرة الجيدة من أي إدارة من الصيانة إلى الإنتاج.

ومن المنظومات الحديثة التي تطورت في السنوات الأخيرة وحققت نتائج جيدة تحليل القيمة Value analysis أو هندسة القيمة Value engineering وهي منظومة لتحسين التكلفة تعتمد على تحليل تصميم المنتج والأداء المطلوب ثم محاولة تحقيق النتيجة نفسها بالتوصل إلى تصميم أقل تكلفة. ونظراً للأهمية التي تحظى بها هندسة القيمة (تحليل القيمة) في مجال الهندسة الصناعية فقد تم تناولها في فصل ممارسة هندسة القيمة في الصناعة.

8-3 إجراءات للتوصل لتكلفة مخفضة

إن الثمن الذي يدفعه المستهلك للمنتج يتضمن مكونات كثيرة فيما يلي بعضها:

- **بائع التجزئة:** الأرباح - تكلفة التمويل - تكلفة الإعلان والبيع - مناولة المواد من المخزن إلى العميل - الضرائب.
- **الموزع:** الأرباح - تكلفة التمويل - مصروفات التخزين والمصروفات الإضافية - مناولة المواد من المصنع إلى الموزع - الضرائب.
- **المصنِّع:** الفائض - مصروفات الإعلام والبيع - مصروفات التمويل - تكلفة تخزين المنتجات النهائية - تكلفة البحث والتطوير - تكلفة الهندسة - المصروفات الإدارية - مصروفات المصنع - المكونات المشتراة والقطع والمواد الخام للتشغيل - التعاقد من الباطن - عمالة التشغيل المباشرة - الضرائب.

هذا وتختلف نسب مساهمة عناصر التكلفة في سعر البيع اختلافاً كبيراً في الصناعات المختلفة، وعلى ذلك فإن تحسين التكلفة لا يلقي شعاعاً من الضوء على عنصر واحد من عناصر التكلفة، ولكنه يغمر عملية التكلفة بالضوء ولا يقتصر الأمر على العمالة المباشرة أو المواد المباشرة أو مصروفات المصنع الإضافية، بل ينبغي دراسة جميع المراحل. ولا يتوقع أن تأتي منظومة تحسين التكلفة بنتائج حاسمة، بل تحقق تطويراً منتظماً، ينتج عنه خفض في تكلفة جميع خطوات الإنتاج. وفيما يلي شرح لنواحي هذا التطوير.

8-3.1 وفورات التصميم

نورد فيما يلي بعض الوسائل لتحقيق وفورات في تكلفة التصميم

- مراعاة خواص وقدرات الآلات والمعدات الموجودة في تصميم أجزاء وقطع المنتجات، فعلى سبيل المثال ينبغي أن لا يتوجه التصميم إلى إنتاج قطع والأجزاء بالتفريز milling في الوقت الذي يكون فيه المصنع مجهزاً بمكابس تشكيل. وذلك باستثناء حالة منتج جديد يحتاج إلى معدات خاصة.
- مراعاة رخص طريقة الإنتاج في تصميم المنتج. فمثلاً إذا كان الصب في الرمل يفي بالغرض، فلماذا تصميم القطعة لتصب صباً دقيقاً في قالب.
- مراعاة إمكان إجراء أكبر عدد ممكن من عمليات التشغيل على القطعة وهي في وضع تثبيت واحد على الآلة. إن القطع التي تشغل على مكبس تخريم تكون أرخص إذا تم أداء عمليات التشكيل والاستقراب والتخريم والقطعة مازالت على المكبس.
- اختيار أرخص المواد التي تحقق الغرض، وسيتم توضيح ذلك فيما بعد.
- اختيار أنسب حدود السماح tolerances التي تحقق الأداء المطلوب للمنتج وعدم التشدد فيها إلا بالقدر المطلوب، وسيتم شرح ذلك عند الكلام عن تحكم النوعية والاعتمادية reliability .

- اختيار درجة تشطيب السطوح المناسبة وعدم المغالاة فيها لأنها عادة عملية مكلفة.

8-3.2 الشغلة وطرق العمل Job and work methods

الشغلة وطرق العمل الفعّالة ظلت محل بحث كثير وتناولتها كتب عديدة. ويتعذر الخوض فيها بإسهاب هنا، لذلك سوف تركز على نظريات وطرق تحسين العمل الأكثر شيوعاً. إن تحسين طرق العمل يمس عناصر كثيرة مثل الأفراد والآلات وأماكن العمل والعدد والقطع والمواد. وبطبيعة الحال يعتبر العنصر البشري أهم العناصر.

يعتمد تقرير طريقة العمل المثلى على الجمع بين عمل الفرد وعمل الآلة. إن الفرد يمكنه أن يؤدي العمل في مجالات معينة ووفقاً لقدراته الخاصة. كما أن الآلة تتآكل أجزاؤها ويختل ضبطها ولا تتوفر فيها المرونة للقيام بالأعمال المختلفة، بل أن الآلة تحتاج لإعادة الضبط من عملية لأخرى. ومن ذلك يتضح أنه يصعب رسم خط فاصل بين ما يمكن للفرد أن يفعله أحسن من الآلة، الأمر الذي يضفي صعوبة على تقرير طرق العمل لشغله معينة.

8-3.3 دراسة الوقت والحركة

الهدف هو الوصول للتجمع الأمثل للفرد والآلة لأداء العملية بأحسن السبل وأقل التكاليف، أي أكبر قدر من المخرجات بأقل قدر من المدخلات. ودراسة الوقت والحركة هي إحدى الطرق التي تستخدم لتحقيق هذا الهدف، لأنها تساعد على الإجابة على هذه الأسئلة:

- هل يمكن إلغاء بعض عناصر العمل؟
- هل يمكن ضم بعض أجزاء العملية مع بعضها الآخر؟
- هل يمكن تغيير تسلسل العمليات لتقليل الجهد المبذول لأداء العمل؟
- هل يمكن تبسيط العملية؟

يبين تحليل عناصر العمل أي منها يساهم مساهمة مباشرة في تصنيع المنتج وأي منها يعتبر تحضير، والعناصر التي لا تؤدي أي غرض. وبعد التوصل إلى أكثر الطرق كفاءة لأداء العملية تعد لوحة عمليات وتعليمات تشغيل للمنتج.

وبعد أن يستمر العمل بعض الوقت. تجري قياسات للتحقق مما إذا كان الأداء يتم وفقاً للأوقات والمعدلات المقدرة. وينبغي إجراء هذه القياسات بانتظام بغرض تنظيم العمل وتعجيله لتحسين التكلفة.

8-3.4 اختيار المواد

- بيَّن الكلام عن التصميم أن اختيار المواد يمكن أن يكون عاملاً هاماً في تحسين التكاليف.
- زاد عدد المواد المتاحة للإنتاج الصناعي زيادة كبيرة في السنوات الأخيرة. إلا أن التوجه لاستخدام أرخص مادة قياسية كلما أمكن ذلك مازال سارياً، وذلك باستثناء بعض حالات قليلة يكون فيها لمتطلبات الاعتمادية الاعتبار الحاكم.
- يحتاج اختيار أرخص المواد القياسية التي تحقق المواصفات المطلوبة، من حيث النوعية، وكذلك من حيث الحجم والشكل وكذلك الاقتصاد في الفضلات والفقد في المواد وتقليل عمليات التشغيل، إلى جهود كل من أخصائي المواد والمعادن ومهندس القيمة.
- من عناصر تكلفة المواد التي لم تكن تلقي اهتماماً تكلفة مناولة المواد، التي تعتبر من المصروفات الإضافية. وقد دلت الدراسة على أن المستهلك يدفع 6% لنقل المنتج وهو مادة خام في مخزن المورد حتى التفتيش النهائي على المنتج ويدفع 6% أخرى لنقل المنتج خلال عمليات التغليف والتعبئة والنقل للمستودع ثم لتاجر الجملة. ولذلك فإنها تطرح مجالاً واسعاً لخفض التكلفة.

8-3.5 الكميات الاقتصادية

ليس مجدياً اقتصادياً إعادة تشغيل الإنتاج التالف والمرفوض في دفعات صغيرة على الآلات لعلاج العيوب التي فيه. لأن وقت ضبط الآلات والتحضير للتشغيل يكلف كثيراً. كذلك فإنه من الأمور المكلفة كثيراً أن يعاد تحضير خط التجميع بعد أ، يكون قد أنفك عقده. كما أن التخطيط والبرمجة الدقيقة يمكن أن يمنعاً كثيراً من الازدواجية ويؤدياً إلى تحسين التكلفة.

- إذا كان تحضير وضبط الآلات لعمليات التشغيل أو تحضير خط تجميع مجموعة مكونات أو منتج يكلف كثيراً. فقد يكون تشغيل عدد أكثر من الكمية المطلوبة للإنتاج الآني وتحويل الكمية الزائدة للمخزون واستخدامها فيما بعد، أكثر اقتصادياً من تحمل تكلفة تخزين الكمية الزائدة.

8-3.6 اقتصاد تصنيع أو شراء الأجزاء

الاستمرار في تصنيع جزء من أجزاء المنتج ليس له مبرر إذا كان شراؤه من مورد يصنعه بطرق حديثة بكلف أقل. وينبغي موازنة تكلفة تحديث المعدات أو استبدال المعدات المتآكلة بالنتيجة الاقتصادية التي تتحقق بشراء الجزء الذي يُشغَّل على هذه المعدات بدلاً من الاستمرار في تصنيعه. كما ينبغي إجراء هذه الموازنة بصفة مستمرة لتقرير ما إذا كان من الأوفر للمنشأة أن تصنع الجزء أو تشتريه، والبحث باستمرار عن البنود التي يجري إنتاجها بتكلفة زائدة ومراجعة التكاليف وتدبر الأمر مع المصادر الخارجية لتقرير ما إذا كانت تشتري أو تصنِّع.

8-3.7 كيف نستخدم الحوافز

من المتفق عليه أن نظم الحوافز تكون مؤثرة عندما يكون العمل مقيَّساً standardized ولا يعوقه إلا التوقفات والتأخيرات العادية. وإلا فإن أجر الساعة يكون هو أفضل وسيلة لحساب الآجر.

- عادة تبني خطة الحوافز في المصنع على المحاسبة بالقطعة وعلى أساس تحديد كمية العمل التي يمكن للشخص العادي أن يؤديها في وحدة زمن (ساعة، يوم) وفقاً لمبادئ قياس العمل وأن يؤسس مقدار الحافز على ما يزيد عن هذه الكمية.
- بعض نظم الحوافز تبني على إنتاج الجماعة وفيها يكون على الجماعة التي تعمل في مركز تكلفة أن تنتج أكثر من المقدار القياسي لتستحق حافز.
- ينبغي أن تحسب معدلات العمل بدقة منذ البداية لأنه من الصعب إدخال تغييرات بعد إقرار الخطة.

8-3.8 النوعية والاعتمادية Quality and Reliability

تشكل النوعية عنصراً رئيسياً في كل مرحلة من مراحل عملية الإنتاج، من المواد الخام إلى المنتج النهائي. وفي هذا البند سيتم دراسة العوامل المتعلقة بوضع قياسات النوعية. وكيفية إعدادها والتحكم فيها.

أصبح للنوعية والاعتمادية أهمية عظيمة في الإنتاج الحديث وحققتا تكاملاً حيوياً مع عمليتي اتخاذ القرار والمراقبة. عند دراسة تحسين التكلفة يجب ألا نغفل ما قد يترتب على أي إجراء يتخذ من تأثير على نوعية المنتج واعتماديته.

ونورد فيما يلي بعض المجالات التي قد يترتب على الإجراءات التي تتخذ فيها لتحسين التكلفة، تغيير في النوعية.

- تغيير في مواد يمكن أن يضعف بنية المنتج في مكان حيوي.
- تغيير في جزء متحرك يمكن أن يسبب نسبة أكبر من الكسر أو تأكل سريع.
- تغيير في مواد قد يسبب صدأ أو تفاعل كهروكيماوي.
- تغيير مكون أو قطعة إلكترونية قد يؤدي إلى فروق كبيرة في الخواص الوظيفية للمنتج حتى وإن كانت المعدلات هي نفسها للقطعة الأصلية.

- تغيير في تخطيط المصنع لتقليل الحيز الذي تشغله الآلات، أو لأي سبب آخر، قد يعني الفرق بين تشغيل مُرضي وتشغيل هامشي.
- قد يؤدي تغيير في عمليات التشغيل أو طرق التشغيل أو التجميع إلى إجهاد معدني زائد للمنتَج يترتب عليه زيادة الكسر.
- قد يجعل تغيير في نظام أو تسلسل التجميع من الصعب تركيب إحدى القطع في مكانها تركيباً صحيحاً بدون أن يؤثر على أداء القطعة أو القطع المجاورة.
- تغيير في حدود السماح، وإن كان لا يؤثر على القطعة في حد ذاتها وعلى أدائها، إلا أنه قد يترتب عليه تراكمات في حدود السماح بعد التجميع تؤثر على أداء المنتَج.

هذا ويجدر التنويه بأنه كلما صغرت حدود السماح كلما زادت تكلفة القطعة. إلا أن نسبة الزيادة ليست خطية. إذ أن تصغير حدود السماح بقدر قليل قد يترتب عليه زيادة التكلفة أربعة مرات.

8-3.8.1 تعريف الاعتمادية

- يمكن تعريف الاعتمادية بأنها مصداقية المنتج في تأدية الغرض منه تأدية وافية لفترة معينة من الزمن في ظروف تشغيل معينة.
- هذا التعريف يركز على أربعة عناصر هي المصداقية والأداء الوافي بالغرض والفترة الزمنية وظروف التشغيل.
- لتحقيق الاعتمادية ينبغي أن يُصمم المنتج تصميماً مناسباً لأداء وظيفته. وأن يحدد التصميم المكونات المناسبة وشروط وطرق التصنيع. فمثلاً، الصاروخ، ليكون أداؤه وافياً، ينبغي أن يصيب هدفاً معيناً في ظروف تشغيل معينة وخلال فترة محددة.
- عادة تكون مشاكل الاعتمادية بالنسبة للمنتجات الميكانيكية والكهروميكانيكية أقل منها بالنسبة للمنتجات الإلكترونية المعقدة والآلات ذات التحكم الإلكتروني، لأن

أسس وفنيات تصميم المنتج الأولي أكثر تجربة واستقراراً إما المنتجات الثانية فإنها أكثر تقعيداً. وينبغي أن تكون هناك متابعة للتحقق من أن نوعية المواد والمصنعية يوافقان الاعتمادية المطلوبة.

- للاعتمادية محورين التصميم والنوعية. إذ ينبغي أن يُحدد التصميم بدقة وبتفصيل كيف يصنع المنتج. كما أن النوعية ينبغي أن تُبني في المنتَج.

8-3.8.2 تعريف النوعية

- النوعية هي درجة مطابقة المنتج للمواصفات وقياسيات المصنعية. وهذا التعريف يفترض أن توجد مواصفات وقياسيات (أماميات) مقررة، وأن تكون مفصّلة بدرجة كافية، ويمكن تطبيقها بالنسبة للمنتَج.
- العيوب قد تكون حرجة أو رئيسية أو هامشية. وعلى ذلك فإن النوعية نسبية، وإذا كان المطلوب للمنتَج اعتمادية عالية، ينبغي أن تكون متطلبات النوعية المعنية محددة بشكل نهائي.

8-3.8.3 اقتصاديات الاعتمادية والنوعية

يتعذر عادة تحقيق اعتمادية المنتَج بنسبة 100% لواحد أو أكثر من الأسباب الآتية:

أ - عدم توفر الآتي:

- الوقت الكافي أو الأموال الكافية لإعداد التصميم الأمثل.
- الوقت الكافي أو الأموال الكافية لاختبار التصميم اختباراً كافياً.
- الوقت الكافي أو الأموال الكافية لتصنيع المنتج بالدقة المثلى.
- المعرفة الكافية عن كيفية أداء المكونات في ظروف العمل المطلوبة.
- عدم توافر المواد الموصفة، الأمر الذي قد يفرض استخدام بدائل لها.

ب- قد تكون القطع أو المكونات الموصفة أقل من المستوى المطلوب.

ج- قد تكون القطع الموصفة غير معروفة النوعية.

د- عدم إمكانية اختبار المنتج.

هـ- مصنعية سيئة.

هذا وإنه وإن كان يكاد يكون من المستحيل تحقيق اعتمادية منتج بنسبة 100% إلا أنه يمكن للمنشأة أن تتوصل إلى درجة عالية لا بأس بها من الاعتمادية من خلال الآتي:

- استخدام أكثر من مكون واحد، بحيث إذا فشل مكون ما يحل محله مكون آخر، أما بأن يتحول إليه الحمل آليا، أو بواسطة مفتاح يدوي يحول الحمل إلى وحدة احتياطية.
- إجراء اختبار دوري مبرمج، الأمر الذي يساعد على اكتشاف الأعطال الوشيكة بسبب تدهور الحالة.
- استخدام قطع أو وحدات مجمعة يمكن أن تحل فوراً محل المعيبة.
- استخدام أجهزة اختبار متضمنة في الآلة أو المعدة ذاتها، بحيث يمكن إجراء الاختيارات العادية المتكررة بالضغط على زر أو تحريك مفتاح.
- استخدام تجربة تشغيل حقيقي burn-in testing، يمكن اللجوء إليها أحياناً بتشغيل الوحدة تشغيلاً ابتدائياً بحيث تظهر المشاكل بنفسها قبل أن يبدأ التشغيل العادي.
- استخدام اختبار في ظروف قاسية بتشغيل المعدات في ظروف غير عادية للحرارة والرطوبة والارتجاج والصدمات.

وهذه الإجراءات مكلفة وعلى المنشأة أن تحدد ما إذا كانت النوعية العالية للمنتج ضرورية لها ما يبررها اقتصادياً.

8-3.8.4 توصيف الاعتمادية المرضية

- ينبغي أن تحدد كل مواصفة الغرض والطرق والأجهزة والأفراد والظروف والإجراءات التي تستخدم في تصنيع المنتَج. وكذلك طرق القياس والتقييم والتحكم في النوعية والتنبؤ.
- المواصفة الكاملة للاعتمادية تتكون عادة من مواصفات مرجعية master specification وعدد من المواصفات الفرعية. وهذه المواصفات الفرعية subsidiary specifications هي لحد ما، مواصفات قياسية وتغطي المكونات أو القياس والتقييم.
- ينبغي أن تكتب مواصفات الاعتمادية بلغة واضحة، وتتحاشى الصفات غير ذات المعنى المحدد. مثل أحسن - أكثر - الأعلى ..الخ. وتكون أهدافها واقعية وعملية، ولا تتطلب أصنافاً غير متوفرة أو أهدافاً لا يمكن تحقيقها.

8-3.8.5 التوصيف للنوعية

- لا يمكن التفتيش عن النوعية في المنتج، وإنما ينبغي أن تكون مبنية فيه، أما الاعتمادية فإنها لا يمكن أن تبنى في المنتج وإنما ينبغي أن تصمم فيه. ولا يوجد حد فاصل بين متطلبات الاعتمادية ومتطلبات النوعية. إنهما ينبغي أن يندمجا ويكونا متطلبا مشتركا. إلا أنه توجد بعض عوامل تدخل في النوعية ولكنها بالضرورة لا تخص الاعتمادية، وهذه العوامل توصف منفصلة عن متطلبات التشغيل والاعتمادية.
- توفر الرسومات الأبعاد الميكانيكية وحدود السماح المطلوبة. وتوصف رسومات التجميع مخططات وعمليات التجميع الفرعية والنهائية. كما توفر لوحات إجراءات وطرق التشغيل معلومات الإنتاج الضرورية. وتغطي لوحات الاختبارات متطلبات وأجهزة الاختبار التي تستخدم في مراحل الإنتاج المختلفة.
- يحدد مهندسو التصنيع متطلبات نوعية المنتجات التجارية بالاشتراك مع العميل

وإدارة البيع ومهندسي التصميم. وتصميم وتشكيل المنتَج يتحددان بالقياسات والمواصفات الواردة في العقد. وهذه المحددات تعرِّف الخصائص التي يتم قياسها للمواد والمصنعية والأداء والتكوين والأبعاد والوزن والتشطيب والفروق المسموح بها عن القياسات.

- أن مهندسي التصنيع ومهندسي النوعية يعرفون أنهم لا يمكنهم أن يستفيدوا بكل الفروق المسموح بها ويتوقعون أن يتم تصنيع منتجاً مقبولاً. وعلى ذلك فإنه ينبغي الأخذ في الحسبان في رسومات التصنيع والمواصفات حقيقة أن الدقة العالية مكلفة، ولكن حدود السماح الزائدة يمكن أن تؤدي إلى منتج غير مقبول. ولذلك فإن الرسومات والمواصفات النهائية ينبغي أن توصف حدود سماح محددة وواقعية.

8-3.8.6 التنظيم للتحكم في النوعية والاعتمادية

في بداية الصناعة كان العامل الفني الذي يعمل في التجميع النهائي هو الذي يوافق على نوعية المنتج بيد أن مستوياته للنوعية لم تكن عالية بالقدر الكافي لأنه كان وغيره من عمال الإنتاج، يرغب في إنتاج أكثر ما يمكن بأسرع ما يمكن، ولذلك لجأت الإدارة إلى تخصيص مفتشين للنوعية شددوا على مستويات النوعية. وقاوم عمال التشغيل هذا الاتجاه ولجئوا إلى رشوة المفتشين للموافقة على نوعية أقل من المطلوب، وترتب على ذلك أنه لم يكن هناك مسئولية حقيقية عن نوعية المنتج النهائي، الأمر الذي دعا العملاء الكبار في أحيان كثيرة إلى تخصيص مفتشين من قلبهم للتحقق من النوعية قبل الاستلام. ونتيجة لذلك وجد مفتشو المصنع أنفسهم بين المطرقة والسندان. وهيئة إدارة الإنتاج من جهة والعميل من جهة أخرى، وكان الحل أن يتبع المفتشون لإدارة أخرى غير إدارة الإنتاج باعتبار أن التفتيش وتأمين النوعية وظيفتان ضروريتان من وظائف منظومة الإنتاج. وبعض الشركات تتبع تأمين النوعية للإدارة الهندسية. والبعض الآخر ينشئ لها إدارة معاونة منفصلة من إدارات المنشأة هي إدارة تأمين النوعية qualify

assurance department وهو الأمر الشائع الآن وينبغي أن تكون مسئوليات كل قسم من أقسامها معرفة بوضوح للفصل بين الوظائف الرئيسية الثلاثة: هندسة النوعية، والتحكم في النوعية، والتفتيش والاختبار، ومنع أي ازدواجية في الجهد وأي مجال للتنازع عليه. ويبين شكل (8-1) لوحة التنظيم الوظيفي لإدارة تأمين النوعية.

ويتضح من اللوحة أن هندسة النوعية تنسق أنشطة تأمين النوعية مع الإدارات الأخرى، وتراجع تدقيق المعلومات المتاحة. أما التحكم في النوعية فإنه يعنى بإعداد خطط التفتيش، وتحليل تقارير التفتيش، وتقرير أنماط التحكم في العينات والقبول، وتقديم النصح لإدارة الإنتاج بصفة دائمة بالنسبة للعيوب. وقسم التفتيش والاختبار هو قسم التنفيذ الذي يقوم بتنفيذ الخطط.



شكل (8-1) لوحة التنظيم الوظيفي لإدارة تأمين النوعيـة

وتفتيش الداخل incoming inspection يختبر كل ما يدخل للمصنع: المواد، القطع، المجمعات assemblies، المعدات، التوريدات.. الخ. وعند الضرورة، يقوم مفتشون من قسم التفتيش بالتفتيش في مصانع المورد قبل أن يُورِّد المواد للمصنع، أو حتى أثناء تصنيعها. وتفتيش عمليات الإنتاج يختبر القطع والأجزاء أثناء تشغيلها في أقسام المصنع، في أي مرحلة من مراحل الإنتاج. أما تفتيش النوعية، أحياناً يطلق عليه معمل الاختبار، فإنه يجري جميع الاختبارات المعملية الخاصة، التي لا تكون الأقسام الأخرى مجهزة لإجرائها. وتفتيش النوعية يختبر العينات الأولى للقطع والمنتجات، ويُجري اختبارات عمر المنتج، والاختبارات الاتلافية، ويدقق دورياً بعض العمليات الكيماوية، ويؤدي اختبارات الظروف القاسية بالنسبة لدرجة الحرارة، الضغط، الرطوبة والصدمات. ويدرس هذا القسم أيضاً المنتجات التي تفشل في أداء وظيفتها في الاستخدام الفعلي لتحديد الأسباب، وتقدم تقارير بها للإدارة الهندسية.

ويجري التفتيش النهائي تفتيشاً ميكانيكياً شاملاً على المنتج بعد خروجه من خط الإنتاج، ويتابعه أثناء الاختبار والتعبئة والشحن. ويتولى قسم الاختبار الاختبارات الكهربائية والإلكترونية الضرورية أثناء الإنتاج والقبول النهائي. ويقوم قسم الاستنفاع salvage بفحص المرفوض وتقرير ما إذا كان الشيء المرفوض يخرَّد أو يستنفع به. أو يعاد تشغيله. ويحتفظ قسم التحكم بسجلات تصنيع ضبع القياس gauges والأجهزة في إدارة تأمين النوعية كما إنه يدقق المعايرات التي تجري على المعدات، وإدارة تأمين النوعية هي التي تتولي التحكم في القياسات وتقوم بإعادة تدقيقها على فترات محددة وإدارة تأمين النوعية هي جزء لا يتجزأ من منظومة الإنتاج وهي متناسقة تناسقاً وثيقاً مع هندسة التصنيع وهندسة التصميم وهندسة الاعتمادية وهندسة القيمة. وجميع هذه الأنشطة الوظيفية هدفها النهائي هو إنتاج منتَج جيد بتكلفة معقولة.

8-4 إعداد عملية التفتيش

تم الشرح باختصار للوضع الوظيفي لإدارة تأمين النوعية. والتنظيم، بطبيعة الحال، يختلف باختلاف نوع وتعقيد المنتج. وللتعرف على ما يحتوي عليه إعداد عملية التفتيش لمنتج نفترض أن المواصفات والرسومات ومتطلبات التشغيل قد تم إعدادها في نطاق المصنع. إلا أن التحكم في النوعية يمتد إلى القطع والمواد التي تشترى. وقبل المنظومات الحديثة للتحكم في النوعية كانت الفكرة التي تعتبر حديثة حينئذ هي تقديم البائعون لشهادات Vendor certification. وهي، في الأساس، اتفاقات بين المشترين والبائعين على أن يستخدموا إجراءات تحكم نوعية متماثلة. الأمر الذي يؤمن كلا من الطرفين على أن قياسيات النوعية ستتحقق، وأن النوعية لا تحتاج لأن تراجع إلا على أساس دوري. وقد ظهر من خبرة تنفيذ هذا النهج، أن كل إدارة تفتيش ينبغي أن تصبح ملمة بالمنتج منذ بدء التفكير فيه، وأن تلم إلماماً تاماً بالمواصفات والمتطلبات. إن الخبرة والمعرفة والمهارات والرغبة في التعاون مع المهندسين وإدارة الإنتاج، ضرورية لإعداد التفتيش.

8-5 تحديد النوعية والتحكم فيها

انتهى البند السابق بأن هناك أسباب لأخطاء ينبغي تحفيز العاملين للتخلص منها. ولمحاولة منع هذه الأسباب، ينبغي أن تحظى بكل اهتمام، إلا أنه توجد عدة أسئلة في هذا المجال تحتاج لإجابة.

- أين الخط الفاصل بين القبول والرفض؟
- كيف يحدد؟
- كيف يمكن للطرق الإحصائية الحديثة أن تساعد على رسم خط بين التفتيش الزائد عن الحاجة والتفتيش الأقل من الحاجة؟
- كيف نعرف أن مستويات القياس تتفق مع تلك التي تستخدم في الإنتاج؟

ولما كان أحداهم قرارات الإنتاج الصعبة التي ينبغي للإدارة أن تتخذها يتعلق بمدى خضوع المنتج لضوابط النوعية، فإن فيما يلي أهم العوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند اتخاذ هذا القرار:

- الاعتمادية والنوعية المطلوبة.
- نوعية المواد الخام والأصناف المشتراة التي تستخدم في الإنتاج.
- إمكانات ومعرفة وتدريب ومهارات المنتجين والمشرفين.
- إمكانات ومعرفة وتدريب ومهارات المنتجين والمشرفين.
- نوعية المعدات والآلات.
- نوعية العدد وأدوات ومعدات القياس.
- قدرات وخبرة وتدريب هيئة إدارة تأمين النوعية.

وقد سبق توضيح وظائف إدارة تأمين النوعية في شكل (8-1) ويجدر التنويه بأن التنظيم الداخلي لهذه الإدارة لأداء وظائفها يتوقف على الأهمية التي تعطيها الإدارة العليا للتحكم في النوعية.

وفيما يلي بعض العوامل الأخرى التي تؤثر على تنظيم إدارة تأمين النوعية.

- الإجراءات المتعلقة بتقديم التقارير والقيام بالتفتيش.
- الطرق التي تتبع في تسجيل النتائج.
- قياسيات التفتيش.
- طرق التعامل مع المرفوض والحالات الحدية والاستنفاع: البقايا والفضلات.
- ضوابط التحكم المتعلقة بعدد وأجهزة القياس المستخدمة في الإنتاج وفي التفتيش.
- طرق الاختبار.

8-6 تطوير عملية التفتيش

إن إدارة التفتيش، إذا قامت بإعداد قائمة بالأغراض التي ترغب في أن تحققها، فإن هذه القائمة تحتوي على الآتي:

- منع المواد الخام والقطع الهامة غير المقبولة من أن تشحن للمصنع بمعرفة الموردين. والتحقق من أن الموردين يفهمون الأغراض التي تستخدم لها المواد والقطع والمجموعات الحرجة وعمل ترتيب التفتيش عند المصدر كلما كان ذلك مجدياً.
- منع المواد والقطع والمجموعات غير المقبول من أن تصل إلى إدارة الإنتاج، وذلك من خلال مراجعة طلبات الصرف والأصناف الخارجة من المخازن وكذلك مراجعة الأصناف الموزعة على الآلات أو أماكن العمل.
- الحد من الاستمرار في تشغيل دفعات كبيرة من القطع أو المجموعات غير المقبولة عن طريق الفحص الدقيق للعينات الأولى.
- منع إعادة استخدام قطع أو مجموعات غير مقبولة، عن طريق الخطأ، عن طريق التدقيق وأخذ العينات أثناء الإنتاج.
- الحد من وصول قطع غير مقبول إلي مرحلة التجميع التالية، بإجراء تفتيش بالعينة وبفحص العناصر المشكوك فيها مع مشرف الإنتاج.
- منع الحاجة إلى التجميع والتركيب الانتقائي بتأمين مطابقة القطع لحدود السماح الموصفة، أو المراجعة مع مهندس النوعية بالنسبة للعناصر المشكوك فيها.
- منع حدوث مجموعات فرعية أو مجموعات نهائية غير مقبولة وذلك بالعمل مع مشرف الإنتاج على تحديد العيوب وتنظيمها وتصحيحها.
- منع الرفض في الاختبار النهائي، بإجراء فحص شامل مسبق لجميع العناصر الطبيعية والخواص.

- منع الرفض من قبل العميل باختبار المنتج النهائي اختباراً شاملاً قبل تقديمه للاستلام.

ويتضح من هذه القائمة، أن التركيز هو على الرقابة وليس الرفض، تمشياً مع حقيقة أن الرفض يكلف أكثر من الرقابة، وأن المفتشين الذين يعرفون أين يبحثون عن المشكلة ويحلونها قبل أن تستفحل لهم قيمة كبيرة للمنشأة، وفنيات الرقابة كثيرة، ولا يتسع المجال لتناولها. إلا أن هناك واحدة منها، يتطلب الأمر ذكرها باختصار وهي «عيوب صفر Zero Defects» والغرض منها هو تحفيز المنتجين على أن يعتنوا بالنوعية بأن يوجهوا اهتماماً للتفصيلات ولتحسين عادات العمل. إن برنامج عيوب صفر يعكس الفلسفة العادية لبرامج التحكم في النوعية بالتخلص من الأخطاء وليس برفض العمل الذي لا يرقي للحدود الدنيا للقياسات. وأتضح من تطبيقات برامج صفر في بعض الشركات، أنه قابل للتطبيق في الشركات الكبيرة والصغيرة على السواء، وأنه قابل للتطبيق في إدارتي المحاسبة والشئون الإدارية، كما هو الحال في عمليات الإنتاج والهندسة. وحتى يعمل برنامج عيوب صفر في سلاسة، على هيئة الإدارة أولاً أن تعترف أن بعض الأخطاء ربما تكون حتمية. وعلى ذلك فإن عليها أن تجد وسائل لتحفيز العاملين لأن يؤدوا شغلاتهم صحيحة من أول مرة، وأن تعمل على أن تتضافر جهود جميع العاملين على التخلص من «العيوب الكامنة» وأن يتحمل العاملين مسئولية العثور على هذه العيوب والإبلاغ عنها، حتى يمكن لهيئة الإدارة أن تزيلها من دورة الإنتاج. ونماذج المشاكل التي وجدت في الشركات تشمل: عدم كفاية المواد الخام، سوء تخطيط المصنع أو أوضاع الآلات، إهمال في الصيانة، عدم كفاية أوقات التحضير، عدد قطع ليست في حالة جيدة بسبب عدم التفتيش عليها وسنها بانتظام، التفتيش العشوائي على المواد الموردة، إجهاد العاملين بسبب إضاءة ضعيفة.

هذا والعناصر الأساسية في برنامج عيوب صفر هي:

- مساهمة الإدارة وإشرافها.

- متابعة التخلص من أسباب العيوب.
- التعرف على النتائج الـمُحَققة وتقييمها تقييماً صحيحا والاعتراف بما ينجز منها.

أما محاذير الإدارة في هذا البرنامج هي:

- عدم اعتبار البرنامج مشروعاً دائماً واعتباره مشروعاً قصير الأجل.
- عدم تقدير أهمية التدريب.
- عدم صحة تقدير الجهد المطلوب لتنفيذ البرنامج واستمراره.

كما أن هذا البرنامج مؤسس على تحفيز المنتجين لمنع الأخطاء التي تتسبب عما يأتي:

- نقص التدريب.
- ضعف الاتصالات.
- عدم كفاية العدد والمعدات.
- عدم كفاية التخطيط.
- النقص في المواصفات والإجراءات.
- النقص في الاهتمام بالعمل.

8-7 توفير السلامة في المنتج

تهتم الحكومات والمحاكم بالأمور المتعلقة بسلامة المنتج. وتقليديا إذا شعر المشتري أن السلعة معيبة، يمكنه أن يتخذ إجراءين. يمكنه أن يحاول إثبات أن المصنع كان مهملاً في فشله في عمل شيء يمكن لشخص عاقل أن يعمله - أو أن يقاضي البائع (بائع التجزئة) لا خلاله بالضمانة لأن المنتَج لم يكن مناسباً للاستخدام المقصود. ويحق لأي طرف ثالث لحقه ضرراً مقاضاة المصنِّع. ويمكن أن يُحمِّل المصنِّع المسئولية عن عيوب المنتَج بدون المطالبة بإثبات الإهمال أو الخطأ من جانبه، وكذلك يتحمل

المسئولية من قام بتجميع أجزاء المنتَج، والموزع وتاجر التجزئة، ولا يقتصر حق رفع الدعوى على المشتري بل أن أي مستخدم نهائي للمنتج يمكن أن يقاضي.

إلا أن المصنِّع ليس بدون دفاع. إذ ينبغي إثبات أن المنتَج موضوع النزاع معيب أو خطر بشكل غير معقول vnreasondbiy dangerous. وأيضاً أن حالة المنتَج هي نفس حالة المنتج عند مغادرته المصنع. ولا توجد حاجة بأن يكون المنتَج محصن ضد الحوادث أو ضد الاستخدام الخاطئ. وعادة تعتبر المحاكم أن المنتَج معيب إذا لم يكن مساوياً في النوعية للمنتجات المشابهة في المتوسط، أو كان منحرفاً عن المعيار القياسي المقرر لفئة المنتجات المماثلة.

وأيضاً لا تكون هناك مسئولية إذا استخدم المنتَج بطريقة غير عادية (أي أن المصنِّع والبائع لم يكن يتوقعها).وموضوع الاستخدام غير العادي يعني أن بطاقات التعريف بالمنتَج وتعليمات استخدامه ستحظي بأهمية متزايدة فيما يتعلق بسلامة المنتَج، والمصنع الذي يعطي تحذيراً واضحاً وكافياً بالنسبة لأي خطر محتمل في منتَجه، يكون أقل عرضة للمسئولية من المصنِّع الذي لم يعط تحذيراً.

8-8 التحكم في النوعية في بعض الصناعات

بعد أن تم تناول الاعتبارات الأساسية المتعلقة بالنوعية والاعتمادية بصفة عامة، فإنه من المفيد، لتوفير الفرصة لاستيعاب هذه الأسس، استعراض وسائل التحكم في النوعية في بعض الفروع الصناعية استعراضاً عاماً بدون التعمق في التفصيلات التقنية.

8-8.1 الصناعات المعالجة Process Industries

8-8.1.1 مقدمـة

بصفة عامة تحدث الصناعات المعالجة تغييرات طبيعية وكيماويـة في المـواد. والمـواد

الأولية قد تكون خام مثل معدن خام ore، رمل، طفل، نشارة وقطع خشب، هواء وماء، وقد تكون أيضاً منتَجات عمليات صناعية أخرى مثل تصنيع الكوك، تكرير النفط، أو صهر المعادن smelting. أو أنها قد تكون نباتات، غدد حيوانات animal glands أو خلايا مستزرعة. وعموماً تتضمن الصناعات المعالجة المطاط، الأغذية، المشروبات، الكيماويات الثقيلة، الأدوية، النفط، اللدائن، الحراريات، منتجات الأخشاب والمعادن.

8-8.1.2 طبيعة المعالجات

يوجد قدر كبير من التشابه بين إجراءات التحكم في النوعية بالنسبة لجميع الصناعات المعالِجة، كما يوجد في معظم الصناعات المعالجة، مهمتا تصنيع مختلفتان اختلافاً واضحاً. المهمة الأولى هي تحويل المواد الخام الأساسية مثل خامات المعادن، النفط الخام.. الخ إلى مواد مكررة refined جاهزة للاستعمال مباشرة (مثل الجازولين، الطلاء، الأملاح، مضادات التجميد.. الخ)، أو مناسبة لتصنيع لاحق لمنتجات تامة، وتُؤدَّي المهمة الثانية بواسطة عمليات ميكانيكية تصمم لتصنيع المنتجات التامة. وتوجد فروق أساسية بين عمليتي التحويل conversion والتصنيع fabrication تحتاج لإجراءات نوعية مختلفة. ويبين الجدول التالي العمليات التي تنطوي عليها الصناعات المعالجة.

وكما يتضح من جدول (8-1) توجد مجموعة من عمليات معالجة مختلفة يتعذر تناول كل عملية على حدة. ولتوضيح أنواع إجراءات النوعية المستخدمة في صناعات المعالجة سيتم التركيز على الممارسات في الصناعات الكيماوية والمعدنية. أن الصناعة الكيماوية توفر تغطية شاملة لطرق النوعية في العمليات من النوع التحويلي، أما الصناعات المعدنية فإنها توضح كل من عمليتي التمويل والتصنيع.

جدول (8-1) عمليات الوحدة للصناعات المعالجة

الصناعات المعالجة	عمليات التحويل	عملية التصنيع
1- المعادن	تكرير الخام وصهره	الصب، الدرفلة، البثق، الطرق ... الخ
2- الكيماوية	التكرير، الاستخلاص، البلمرة ... الخ	التشكيل، التكرير
3- اللدائن	التركيب، الخلط	البثق، طبقة واقية، تصفيح
4- الحراريات	تحجيم sizing، خلط، تجفيف	قولبة، صب، حرق
5- النفط	تكرير، فصل، خلط	تعبئة في حاويات
6- اللب والورق	التقشير ونزع الطبقة الخارجية، التقطيع وعمل اللب	تشكيل الورق، الطبقة الواقعية، تصنيع حاويات
7- الإطارات	التركيب	الصقل، البثق، تشكيل الإطار، المعالجة الحرارية

هذا وتتوفر الفرص في الصناعات المعالجة للحصول عن طريق تحسين التحكم في عملية التصنيع، على معدلات تحويل أعلى، ونسب استغلال للمواد أكبر، وضياع أو فقد أقل، وإعادة تشغيل للمعيب أقل، وذلك من خلال اكتشاف تأثير المتغيرات الهامة لعملية التشغيل على خصائص المنتج، والتوصل إلى إجراءات تحكم للمحافظة على هذه المتغيرات عند المستويات المطلوبة بشكل منتظم، إن الصناعات المعالجة تعتمد على المصانع نفسها في اتخاذ المبادأة لإجراء هذه التحسينات؟

وفروع الصناعات المعالجة المعنية بتحويل المنتج أو تصنيعه، يكون فيها عادة مجموعة معاونة لهندسة النوعية. وهذه المجموعات تصمم وتساعد في تنفيذ ومراجعة وسائل

تحكم متضمنة قياسات آلية لعملية التشغيل وطرق تفتيش أثناء عمليات التصنيع - والأمثلة لذلك تتضمن صناعة الورق، الشرائط اللدائنة، وتصنيع المعادن.

8-8.2 الصناعات الكيماوية

8-8.2.1 تحكم في نوعية المنتج

يتطلب التحكم في نوعية المنتج الفحص بالعينة واختيار المواد الخام وتحليل العينات أثناء التصنيع وتحليل المنتجات التامة.

إن معظم المواد الخام للمعالجات الكيماوية تشتري على أساس التحليل الكيماوي، مع وجود مواصفات قياسية نموذجية. وتعتمد طرق وفلسفة أخذ العينات والاختبار على طبيعة المادة (غير معبأة، سائلة، نوع التعبئة.. الخ).

وعملية التحكم في نوعية المنتج على أساس الاختبارات بعد صنع المنتج قد تكون أقل مما يجب، ومتأخرة عما يجب. وبدلاً من ذلك تؤخذ عينات أثناء التشغيل، وعلى أساس النتائج تجري تعديلات في عملية الإنتاج. وعادة توصِّف العينة المؤقتة، التي تستلم من قسم البحوث، نقط التحكم والإجراء الذي يتخذ، إلا أن الأمر يحتاج لمبادأة من الكيماوي عندما تنشأ مشاكل. والدراسات الارتدادية regression studies تستخدم في تحديد العلاقة بين نتائج اختبار التحكم وخواص المنتج التام، وكثير من المنشآت تستفيد من استخدام وسائل لأخذ العينات آلياً لتوفير تحكم مستمر، وتلافي احتمال خلط عينات. وتعظِّم الفائدة التي تحققها باستخدام أجهزة للمتابعة المستمرة للتدفق بين عملية لأخرى، ثم توصيلها لحسوب، بحيث يمكن تركيب العينة مباشرة، وكان تحكم الأنشوطة المفتوحة open-loop الذي يخضع لإجراء المشغِّل هو الغالب، إلا أن الاتجاه الآن هو أن يحل محله تحكم الأنشوطة المغلقة closed-loop بالحسوب؟.

وعندما تجري اختبارات التحكم الكيماوية بمعرفة المشغلين في محطات الاختبار

بالمصنع، يقوم معمل التحليل عادة بصيانة المعدات وتنميط محاليل الاختبار، وبمراجعة نتائج المشغِّلين بين حين وآخر.

يجري المعمل اختبار المنتَج التام للتحقق من المطابقة للمواصفات وموقف التحكم في العملية. وتعود مسئولية المحافظة على دقة وانضباط الاختبارات إلى المعمل، وبناء على النتائج، تقبل المادة أو ترفض، والتخلص من المنتج التام المرفوض ليس وظيفة المعمل. وعادة يقرر قسم التصنيع كيفية تعديل المنتج المرفوض (الخلط، المعالجة، إعادة التشغيل، التخلص ... الخ) ويخطر قسم المبيعات إذا لم يمكن تحقيق مواصفات العمل.

8-8.3 صناعة المعادن

8-8.3.1 عـام

إن صناعة المعادن الحديثة تنتج أكثر من 30 نوعاً أساسياً من المعادن في شكل سبائك متنوعة ورتب مختلفة، وهذه المجموعة تعالج بعد ذلك إلى أشكال كثيرة متنوعة مثل الألواح - الشرائط الملفوفة - الأسلاك - الكتل - العروق - وكل منها له مشاكل نوعية خاصة به.

وقد قطعت صناعة المعادن خطوات تسترعى الانتباه في مجال تحسين التقنية وتطبيق أفكاراً جديدة للتحكم في التشغيل باستخدام الحسوب مع زيادة الآلية في التشغيل.

وللعوامل الاقتصادية تأثير مباشر على المشاكل المتعلقة بنوعية المنتَج، والمحاولات الخاصة بالتغلب عليها، مثل القرب من مصادر المادة الخام، ونوعية المعدن الخام، الأمر الذي يحد من إمكان تطبيق العمليات الجديدة، ويتطلب تعديل العمليات الأساسية لتعالج خامات جديدة بعد نضوب الخامات الأصلية. وكذلك الأمر بالنسبة للمواد المكملة مثل الفحم والقطران والحجر الجيري التي تشكل عنصر تكلفة هام، وتُستخدم بكميات كبيرة.

ومن الأمور الاقتصادية التي تؤثر على إقامة صناعة المعادن، أنها تحتاج إلى استثمار ضخم، مما يدعو إلى التوجه لعمليات التصنيع التي ثبتت جدواها عملياً، وعدم الإسراع في العمليات الجديدة التي تصبح معها الاستثمارات القائمة متقادمة

8-8.3.2 طرق تأمين النوعية

8-8.3.2.1 وسائل التحكم في المواد الخام

إن المادة الخام الأساسية في صناعة المعادن هي المعدن الخام الذي عادة يأتي من مصدر سبق تحديده. والتغيرات في خصائص نوعية المعالجة للخام يمكن أن يكون لها تأثير عميق على المعدن، وأيضاً على كفاءة العملية. ومن الشائع خلط خامات من مناجم مختلفة للحصول على تغذية أكثر تجانساً لعملية الصهر.. وفي بعض صناعات المعادن غالباً ما توجد أنواع من عمليات تحسين الخام ore beneficiation بتركيزه وتخليصه من الشوائب الضارة وزيادة تجانسه. وفي حالات كثيرة قد يتطلب الأمر تطوير عملية معالجة المعادن لتطابق نوعية الخام المتاح.

والخامات الأساسية الأخرى، مثل الكوك والقطران والحجر الجيري تخضع، لأسباب اقتصادية، لنفس أنواع التحديد تقريباً وذلك بالنسبة لتأمين التجانس.

ويفضل أن تعتبر منظومات التحكم في المواد الخام وتقييم نوعيتها، وظيفة تحكم نوعية وليس وظيفة تقنية معدنية.

وعادة تشكل مسألة التحكم في نوعية المادة الخام من الصهر إلى الصب وفي عملية التصنيع، وسيلة من وسائل تحكم نوعية داخلية. ويتم اخذ عينة المعدن وتحليلها وتحديد رتبتها، الأمر الذي يوفر للصناعة القدرة على التحكم في نوعية تركيب المعدن. وهذه القدرة تزداد أهميتها مع زيادة استمرارية عملية المعالجة.

8-8.3.2.2 وسائل التحكم في العملية

تتعدد خطط التحكم في عملية الإنتاج المستخدمة في صناعة المعادن وتشمل صهر الخام وتصنيع المعدن.

أ- صهر الخام

تحتوي خطة التحكم في العملية في مرحلة الصهر أحكاماً إما للتحكم في تجانس نوعية المادة الخام أو لاكتشاف تحولات في النوعية، وتغيير العملية لمواكبة هذه التحولات. وبالنسبة لكثير من عمليات المعادن، تطغى اعتبارات التكلفة والوفرة الخاصة بالمواد الخام على الانشغال حول خصائصها النوعية. وعلى الرغم من المشاكل الناجمة عن أن خامات المعادن الطبيعية لا تتمتع بالتجانس الذي تتمتع به المعادن المصنعة، الأمر الذي يشكل صعوبة في الحصول على عينة ممثلة. من المصادر البديلة لتوريد الخام التي نادراً ما تكون متاحة، فإن خطط تحكم العملية يمكن أن تحقق الكثير في تسوية التغييرات. والمعرفة الكافية لتوعية المادة الخام توفر فرصاً لخلط المواد التي تختلف اختلافاً كبيراً بالنسبة للنوعية لتكوين تغذية متجانسة لعملية الصهر.

وكذلك ينبغي أيضاً أن تعالج خطة تحكم العملية، تغييرات التشغيل الهامة، مثل معدلات تغذية المادة الخام ومدخلات الطاقة، وأوقات التفاعلات. ويعتمد ذلك على كيمياء العملية وتصميم المعدات.

كما ينبغي أن تهتم الخطة بنوعية المعدن المنتج، عن طريق أخذ عينات للمعدن واختبارها كمياوياً لتحديد نقاوة المعدن.

ب- تصنيع المعدن

توجه خطه تحكم عملية تصنيع المعدن لصفات المنتَج التي لها أهمية للعميل. وفيما يلي ثلاثة أنواع رئيسية لخصائص المنتج.

(1) الخصائص المتالورجية:

طورت صناعة المعادن وسائل تحكم متقدمة لكل من مدخلات العملية والمخرجات الناتجة، فيما يتعلق بالقوة والوظيفة، وتصميم طرق التصنيع لتحقيق التوازن الصحيح للخواص بما يرضي كل من متطلبات القوة والوظيفة للمنتج. وهذه الطرق تهتم بالمعالجة الحرارية للمعدن ودرفلته. ويتم تعريف تتابع العمليات أثناء التصنيع في ممارسات التشغيل، نظراً لأهميتها للتحكم في الخواص المتالورجية.

(2) السُمك

التحكم في السُمك يتحقق إما بواسطة مهارة المشغّل، أو عن طريق منظومة تحكم بالحسوب ذات أنشوطة مقفلة، وهي الشائعة الآن. وفي الحالتين تسجل النتيجة النهائية في شكل رسم بياني بواسطة جهاز مستمر لقياس السُمك، ويوفر للمشغّل عرضاً مرئياً مستمراً للسُمك الفعلي للشريط، يمكنه أن يقرأه.

(3) مظهر السطح

مازال المدخل الأساسي للتحكم في مظهر الشرائط المدرفلة هو فحص أحد أطراف نسبة محددة من اللفات المنتجة، واتخاذ إجراء تصحيح في حالة وجود عيوب. وفي حالة شق الشريط أو تقطيعه إلى ألواح وكذلك عمليات تسوية السطح، يقوم المشغلون بفحص اللوح عندما يمر بسرعات التشغيل، الأمر الذي يشكل محدداً واضحاً للتحكم.

8-8.3.2.3 وسائل تحكم المنتج

يمكن في صناعة المعادن تجميع وسائل تحكم نوعية المنتَج في مجموعات ثلاثة هي: التحكم في تركيب المعدن، التحكم في الخواص الميكانيكية، التحكم في الأبعاد وخصائص المظهر.

(1) التحكم في تركيب المعدن

يبدأ التحكم في تركيب المعدن في عملية الصهر التي تتقرر فيها نقاوة المعدن. وبعد ذلك، يتم في وقت الصب التحكم في التركيب الكيماوي لسبيكة المعدن أو لرتبة المعدن grade، وأيضاً التحكم في تواجد المواد غير المعدنية، مثل الأكاسيد والكاربيدات والغازات المذابة. وعندما يتطلب الأمر الاحتفاظ بالمواد غير المعدنية في مستوى منخفض جداً تستخدم طريقة اختبار غير مدمر فوق صوتية.

(2) التحكم في الخواص الميكانيكية

تتضمن الخواص الميكانيكية للمعادن مقاومة الشد، مقاومة الخضوع، نسبة الاستطالة، الموصلية الكهربائية، المقاومة لتآكل الإجهاد، القابلية للتشكيل والصلابة.

وهذه الخصائص النوعية يكتسبها المنتج بواسطة التحكم في تركيب المعدن، وكذلك بواسطة وسائل التحكم في العملية التي تمارس أثناء التصنيع، ويتم تأمين هذه الوسائل بأخذ عينات من كل دفعة من المعدن بعد التصنيع وإجراء الاختبارات القياسية المختلفة عليها.

(3) التحكم في الخصائص المتعلقة بالأبعاد والمظهر

تأخذ المنتجات المعدنية إشكال طبيعية مختلفة وأحجام عديدة، ولها مدى واسع من حدود السماح في الأبعاد والتغييرات المسموح بها في الخصائص المظهرية. وتتم ممارسة وسائل تأمين التحكم في المنتَج بالنسبة لخصائص الأبعاد والمظهر إما في وقت العملية النهائية أو بتفتيش يجري في منطقة تفتيش.

ويشكل التفتيش على الشرائط المعدنية الملفوفة صعوبة لأن على المشغِّل، نظراً لأنه من غير المناسب فك اللفة والتفتيش عليها، أن يفتش على الشريط وهو يتحرك، وفي الغالب بسرعات تجعل من الصعب عليه أن يكتشف العيوب المظهرية أو عدم استواء

السطح، ولذلك تستخدم طرق فنية مساعدة مثل الأنشوطات المتراخية في الشريط المتحرك لزيادة فعالية التفتيش. وتؤخذ عينات بطول عدة أقدام من أطراف الشريط للتحقق من عرض الشريط وسُمكه. وعندما يكون لتجانس سُمك الشريط بطول اللفة أهمية خاصة يتم استخدام مقاييس تسجيل مستمرة في العملية النهائية.

وتوجد صعوبة في تقرير قياسيات مناسبة لنوعية المظهر ، إذ أنه توجد درجات مختلفة من العيوب المظهرية التي يصعب التعبير عنها كتابة. إن استواء السطح بقدر مناسب أمر مطلوب بالنسبة للمنتجات المعدنية التي تباع في شكل ألواح أو شرائط. وتحقيق هذا القدر المناسب من الاستواء يحتاج إلى تحكم شديد في عملية الدرفلة. وإلى إجراءات تصحيحية بعد الدرفلة. ومن الصعب التعبير عن درجة الاستواء تعبيراً مبسطاً أو كمياً. وتقليدياً يعبر عن شروط عدم الاستواء بارتفاع الموجات من مركز إلى مركز لموجات متجاورة، فمثلاً يعبر عن السماح بموجه 0.5 بوصة بين مركزي موجه طولها 2 قدم. وهذه الموجات لا تحدث بأي شكل من الانتظام، وهذا النوع من السماح يصعب تطبيقه في التفتيش.

8-8.4 صناعة المكونات الإلكترونية

8-8.4.1 عـام

إن المكونات هي طوب البناء في عمليات التصنيع، وهي عبارة عن قطع بسيطة مثل المقاومات والمكثفات وأشباه الموصلات، وقطع معقدة مثل أدوات التكامل على نطاق كبير جداً Very Large Scale Integration (VLSI)، وأجهزة الليزر والدوائر المتكاملة المولدة Hybrid integrated circuits. وعلى الرغم من التنوع الواسع للمكونات، ولعمليات التصميم والتصنيع المستخدمة، إلا أنه توجد مشاركة بين جميع صناعات المكونات مشاركة بالنسبة لمبادئ النوعية والاعتمادية المستخدمة. وهذه المبادئ تطبقها الشركات الرائدة في هذا الفرع الصناعي، وخاصة الصناعة الإلكترونية، وتوجد خصائص عديدة للمكونات، فالجزء الأكبر منها ينتج في مصانع عالية الآلية، وبكميات

كبيرة جداً، وعمليات القياس والمناولة والاختبار والتعبئة الخاصة بها عالية الآلية كذلك، وهي غالباً ما تخضع للتفتيش بنسبة 100%، وأحياناً عدة مرات أثناء عملية التصنيع. ونظراً لأن كثيراً من المكونات تشكل أحجار الأساس الحرجة للمنظومات المعقدة (مثل أشباه الموصلات المستخدمة في الحسوب الشخصي)، فإنه غالباً ما يتم اختيار عينات للمكونات لاختبارات الخدمة الكاملة life tests واختبارات قوة التَحمُّل stress tests، واختبارات الرطوبة، واختبارات الاهتزاز واختبارات الخدمة المعجلة. والمكونات الموردة من مصنعين خارجيين عن المنشأة تُتخذ إجراءات دقيقة بالنسبة لها لتأمين نوعيتها واعتماديتها. وكلما زاد تعقيد المنتجات والمنظومات، كلما زادت الحاجة زيادة كبيرة إلى مكونات عالية النوعية، وعالية الاعتمادية. وقد تحسنت مستويات نوعية المكونات تحسناً كبيراً، وأصبحت نوعية المكونات تقاس الآن بأرقام في المليون، بينما كانت تقاس بأرقام في المائة منذ سنوات قليلة. وقياس نوعية المكونات بأرقام في المليون عملية صعبة جداً. كما أن قياس اعتمادية المكون، عندما أصبح عمر المكون قد يصل إلى عشرات السنين صار هو الآخر صعباً. واستخدمت طرق جديدة لاختبار الخدمة المعجلة accelerated service وطرق لاستخدام نتائج تدني المرتبة degradation وليس المدد التي يحدث بعدها الفشل. ومن العناصر الهامة في تصميم وتصنيع المكون معدل استغلال العلمية process yield. ومعدلات استغلال العملية، وخاصة بالنسبة لتكاليف التصنيع، وتحسين المعدلات، أي زيادة نسبة المكونات التي تجتاز جميع الاختبارات بدون تعديل أو تصليح، هي التحدي للمنظومات الحديثة لنوعية المكون.

8-8.4.2 عملية إدارة النوعية في صناعات المكونات الإلكترونية

تعتمد عملية إدارة النوعية للمكونات على خطوات معينة تتخذ في تصميم نوع معين من المكون وتصنيعه وتسليمه. وتبدأ عملية التخطيط بأن يتعرف جهاز التسويق على احتياجات العميل، ويعرِّف متطلباته تعريفاً واضحاً. ويقوم جهاز التصميم بترجمة متطلبات العميل إلى مواصفات تصميم تفصيلية. ويتولى جهاز هندسة الاعتمادية (يكون

أحياناً جزء من جهاز التصميم) تطوير أهداف واضحة للاعتمادية، أخذاً في الاعتبار أداء الاعتمادية للمنتجات القائمة، متضمنة أداء المنافسين الرئيسيين، وطلبات العملاء وقدرات التصميمات والعمليات المختلفة. ويعبر عن الأهداف بمعدلات الفشل failure rates أو الوقت المتوسط للفشل mean time to failure.

8-8.5 الصناعات التجميعية

8-8.5.1 عملية التجميع

إن منشأة التجميع النموذجية تشكل المكونات إلى تجمعات فرعية Subassemblies والتجمعات الفرعية إلى تجمعات assemblies والتجمعات الرئيسية major assemblies إلى منتجات كاملة تتراوح من منتجات بسيطة (مثل الأجهزة المنزلية) منتجات مركبة (مثل السيارات والحسوب وآلات التصوير ومنظومات الاتصالات).

وعادة يكون لدى منشأة التجميع مرحلة تصميم وتطوير المنتج، ومرحلة إنتاج. ومنشأة التجميع تعتمد على موردين عديدين، من موردي مواد خام إلى موردي مكونات أو وحدات نمطية تستخدم في تجميع المنتج التام.

8-8.5.2 عملية إدارة النوعية في الصناعات التجميعية

ينبغي أن تكون إستراتيجية المنشأة بالنسبة للنوعية جزءً لا يتجزأ من إستراتيجية نشاط المنشأة، حتى يمكن لها أن تحقق مدخلاً كلياً للنوعية. فمثلاً إذا تم تعريف سياسة المداركة مستقلة عن سياسة النوعية، قد يترتب على ذلك سياسات واستراتيجيات عديدة غير مترابطة، يتعذر معها اتخاذ إجراءات فعّالة لتحسين النوعية.

وفي الشركات الكبيرة تعرّف منظومة نوعية نمطية، شرائح الإنتاج ونقط التحكم المتنوعة التي تشكل الأساس لمزاولة النشاط. وإذا كانت هناك متطلبات لعميل أو عمليات أو تقنية فريدة فإن خطة النوعية ينبغي أن تهتم بهذه المتطلبات.

إن الوقت الذي يلزم لتصميم وتطوير وإنتاج منتج معقد مثل السيارة، آلة تصوير المستندات، أو جهاز راديو يمكن أن يتراوح بين 2، 7 سنوات. ويمكن لقوى خارجية أو داخلية متنوعة أن تطيل و تقصر هذا الإطار الزمني. والمنشآت الصناعية اليابانية بدأت بأن صار في إمكانها أن تصمم وتطور منتج تقني جديد في سنتين ثم قل عن ذلك. وتكون دورة التطوير الكاملة أقصر نسبياً للطراز الجديد لآلة تصوير المستندات أو للسيارة الذي يكون تعديلاً للطراز الأصلي.

وفي برنامج التوعية الكلي تكون جميع وظائف النوعية لكل قسم من أقسام المنشأة متضمنة في خطة النوعية الكلية للمنشأة.

8-8.5.3 الإنتاج

تتكون عملية الإنتاج في منشأة التجميع من 6 وظائف رئيسية: (1) استلام المواد والمكونات (2) تدفق المواد عبر عملية الإنتاج (3) تجميع المجموعات الفرعية البسيطة والرئيسية (4) التجميع النهائي (5) الاختبارات و/ أو الفرز (6) تقيم نوعية المنتج. وتتكون عملية الإنتاج نفسها من البرمجة الزمنية وتوريد المواد إلى سلسلة محطات عمل تكوِّن خطوط إنتاج يدوية متدرجة أو آلية. وتستخدم في عملية التحكم وسائل تحكم مثل رسومات التحكم وقوائم العيوب في كل محطة عمل. وبتقرير إجراءات تحكم تفصل تأثيرات المواد، الأفراد، المعدات، تغييرات التصميم، يمكن التعرف على العوامل التي تؤثر على نوعية المنتج. وبمجرد تحديد العلاقة أو الأهمية للعوامل الفردية يمكن تقرير معايير لعملية النوعية مقدماً.

وتتضمن مستندات الإنتاج التي يطلق عليها «تعليمات عملية الإنتاج»، نقاط التفتيش، خصائص التفتيش وإجراءات تسجيل البيانات. وتستخدم منظومات متنوعة لتسجيل وتعالج البيانات آليا، وتؤدي تحليلاً إحصائياً معقداً لحد ما، وتوفر عرضاً مرئياً

للبيانات (رسومات تحكم). ويستخدم مصنعو السيارات وموردو مكونات السيارة (مثل الكاربوريتور) منظومات آلية للتجميع ولمعالجة وتسجيل البيانات. وتكون مقابس نهايات معالجة وتسجيل البيانات هذه ومحطات العمل جزءً لا يتجزأ من عملية التجميع. ويدرب العامل والمشرف على فنيات تحليل البيانات وكذلك على تحليل الاتجاه البسيط. وتوجد خطوات تفتيش رئيسية أخرى تُضمَّن عادة في إجراءات الاختبار النهائي، التي تؤدي على المنتجات الخارجة بنسبة 100%.

كما تضمن تعليمات التفتيش في مستند مكتوب لعملية تصنيع، يستخدمه العامل و/ أو المفتش، وتكون هذه التعليمات، في الصناعات التجميعية ذات الإنتاج الكبير جزءً لا يتجزأ من عملية التجميع شبه الآلية. وفي صناعة السيارات وأجهزة تصوير المستندات تُضمَّن مراجعات التفتيش في طرق التجميع بالروبوت أو الآلية المستخدمة على خط الإنتاج.

وعمليات التجميع متشابهة إلى حد كبير في منشآت التجميع المختلفة إذ أن مصنِّعي السيارات وأجهزة تصوير المستندات والمعدات الإلكترونية تستخدم جميعها خطوط تجميع متوالية يتم فيها إنتاج قطعة ما بالجملة ثم إمرارها في عمليات متوالية.

وينبغي تعريف تدفق عملية التجمع مبكراً لأن علاقة مستويات الإنتاج بنقاط التفتيش، وتدريب جماعات المنتجين، وتخصيص العمل، تعتمد على هذا التدفق، وكذلك يعتمد عليه مخطط معدات الإنتاج والتفتيش الرئيسية. هذا وتقع مسئولية تطوير تدفق العمل، في حالات كثيرة على عاتق أفراد الإنتاج والهندسة الصناعية. وبرامج التحكم في النوعية الكلية total quality control (TQC) أو التحكم في النوعية عبر المنشأة companywide (Cwqc) تعتمد على أن النوعية هي نتاج عمل جميع أقسام وأفراد المنشأة.

8-8.6 الصناعات بالطلب Jobbing Industries

8861- ما هي الصناعة بالطلب؟

أن تعريف الصناعة بالطلب والصناعة بالإنتاج الكبير على الرغم من أنهما مستخدمان بكثرة، إلا أنهما غير معرَّفين بدقة. وأن من يعمل في هاتين الصناعتين يعي جيداً أن الحياة الصناعية المعاشة في إحداهما تختلف كثيراً عنها في الأخرى، وإن هذا الاختلاف يمتد إلى المشكلات المتعلقة بالنوعية والتحكم فيها وتحسينها.

ولا يوجد معيار وأحد يميز الصناعة بالطلب عن صناعة الإنتاج الكبير. أن المصانع بالطلب تختلف في الحجم من مصانع صغيرة جداً إلى مصانع كبيرة جداً، وبعضها ينتج للمنشأة التي تملكه فقط، وبعضها الآخر مستقل. كما أن بعضها يخدم عملاء صناعيين متقدمين، وبعضها الآخر يخدم عملاء بسطاء نسبياً، ويتراوح إنتاجها بين منتج واحد لا يتكرر ودفعات كبيرة من منتجات للمخزون غالباً ما يتكرر طلبها. وبعضها تصنع منتجات تصممها بنفسها وتكون خاصة بها. وبعضها الآخر تصممه بالمشاركة مع العملاء. وكثير من صناعات الطلب لا يمكن تصنيفها تصنيفاً دقيقاً وفقاً لما سبق نظراً لأن تشكيلة منتجاتها تشمل تصنيفات مختلفة، للعملاء ومسئولية التصميم وحجم دفعات الإنتاج ومعدل تكرار الطلب الخ.

وعلى الرغم من هذه الصعوبة في التنصيف، يمكن التعرف على أنواع أساسية معينة لصناعات الطلب، وتمييز الاختلافات والمشاركات فيما بينها، التي تؤثر على تطوير برنامج تحكم نوعية يناسب احتياجاتها الفردية. ويبين الجدول الآتي 4 أنواع شائعة لصناعات الطلب ويعطي بعض المنتجات أو العمليات النموذجية التي تمثل كل نوع.

ونسبة تكرار الأشغال المذكورة في الجدول هي إحدى المعايير العالمية لتشغيل مصانع الطلب، وتعرَّف بنسبة العدد الكلي للأشغال في المصنع في أي شهر واحد، وتعتبر تكرارات متماثلة لأوامر تشغيل سبق تنفيذها. والتصنيف إلى منخفضة ومتوسطة وعالية ويتم حسب القيم التقريبية الآتية:

منخفضة = أقل من 35%

متوسطة = 35 إلى 80%

عـاليــة = أعلى من 80%

جدول (8-2) أنواع صناعات الطلب

النوع	الوصف	المنتجات أو العمليات النموذجية	
		شغلات jobs نسبة تكرارها منخفضة إلى متوسطة	**شغلات jobs نسبة تكرارها متوسطة إلى عالية**
1	معدات ضخمة معقدة	قطارات، مصانع كيماوية، معدات إنتاج آلي، مجموعة رادار	معدات زراعية، طائرات، ألآت ورش، مكابس طباعة
2	مجموعات نهائية ومكونات صغيرة وبسيطة	أقمشة حديثة، مواد لاصقة صناعية، لوحات دوائر كهربائية، معادن مشكلة، كتب	إطارات، أحذية، ملابس، أغطية جدران، أجهزة منزلية صغيرة، أشكال معدنية، مكونات إلكترونية، أغذية معبأة، أثاث
3	قطع بالطلب	أجزاء ألآت، مطروقات، قطع ملحومة	مصكوكات، مسبوكات، لدائن مقولبة، قطع أثاث مقلوظة، قطع مطاطية مقولبة، قطع مبثوقة، حاويات
4	خدمات متعاقد عليها من الباطن	صنع عدد خاصة، صنع ضيع، صنع قوالب، طباعة، تشغيل بآلات ورش، اختبار	معالجة حرارية، لحام، تغطية بطبقة، تعبئة، صقل بالكهرباء

والمعدات المعقدة الضخمة تتكون من آلاف من الأجزاء المختلفة والمكونات. وكل من هذه الأجزاء والمكونات يعرف بدوره برقم الرسم الخاص به. وعادة يتضمن كل أمر شغل فردي أو كل عقد فردي، عدداً صغيراً جداً من هذه المنتجات الكبيرة، وغالباً منتجاً واحداً. وعادة لا تصنع هذه المنتجات كبنود للمخزون stock items إلا إذا كانت نسبة تكرار الشغلات jobs الخاصة بها متوسطة إلى عالية.

والمنتجات النهائية والمكونات الصغيرة تنتجها مصانع طلبات بكميات كبيرة لأمر الشغل الواحد، وهي تعتبر نفسها مصانع طلبات بسبب الاختلافات التي لا نهاية لها في الحجم والشكل واللون والأسلوب والتركيب، والتي تنطوي عليها خطوط منتجاتها. والقطع حسب الطلب custom parts تنتجها مصانع بالطلب لمصانع بالطلب أخرى تنتج معدات معقدة كبيرة، وأخرى تنتج منتجات نهائية ومكونات صغيرة. ومصانع القِطَع حسب الطلب تتخصص في واحد أو أكثر من العمليات في قوائم خاصة بها وتملأ ورشها مصممة بمعرفة العميل لآلاف من الأشكال والتركيبات المختلفة. وغالباً يمكنها أن تفي بالمتطلبات السنوية لعميل ما من قطعة ما في ساعات قليلة. وخدمات التعاقد من الباطن تختلف عن القِطَع حسب الطلب في أن المنشآت التي تؤديها تكون عادة صغيرة ومستقلة ومتخصصة في عمليات بعينها. وفي الغالب يقوم نشاط هذه المنشآت على مواد يقدمها العميل. وخدمات التعاقد من الباطن هي الأخرى كثيرة التنوع وكل شغله لا تحتاج عادة إلا لساعات قليلة من وقت الإنتاج.

8-8.6.2 تأثير التقدم في تقنية تشغيل المعادن

كان معظم التقدم موجهاً لزيادة الإنتاجية، الأمر الذي أثر تأثيراً كبيراً على العلاقات الأساسية للمنتِج - آلة، التي ميزت إنتاج الدفعة الصغيرة للقطع المعدنية.

كما أن الاستحداثات الجديدة حسنت إمكانيات التشغيل في عدة مجالات، وقللت الاعتماد على الرأي الشخصي للمنتج فيما يتعلق بقرارات التحكم في التشغيل. وفيما يلي بعض أمثلة للاستحداثات.

- تحسين العدد والمثبتات وطرق تحريك الشغلة، مثل وسائل التثبت بضغط الهواء وبضغط الماء.
- آلة الورش ذات التحكم الرقمي التي يتم فيها ضبط سرعة الآلة والتغذية للشغلات jobs وظروف التشغيل الأخرى وذلك بالبطاقات المثقوبة أو الحسوب.
- اختبار العدد المناسبة آلياً من حامل دوار به العديد من العدد قد يصل عددها إلى 60 قطعة عدة، وتثبيتها في رأس الآلة، الأمر الذي قلل كثيراً وقت ضبط الشغلة، وجعل إنتاج الدفعة الصغيرة أكثر قبولاً.
- استخدام التحكم بالحسوب في حركات الآلة لتنفيذ العمليات المطلوبة من الثقب البسيط إلى التشكيل الشديد التعقيد.
- إنتاج تنوع كبير من السلع من مجموعة واحدة من العدد والمعدات بواسطة الآلية المبرمجة.
- استخدام الروبوت المتقدم في عمليات التجميع والتفتيش على أبعاد القطع.

وقد كان التأثير الرئيس لهذه الاستحداثات هو زيادة مقدار التخطيط للشغلة زيادة جوهرية، وتقليل، وليس التخلص من مقدار التحكم في الشغلة.

8-8.6.3 تحسين النوعية

ينبغي على المصانع التي تعمل بالطلب، لتظل منافسة، أن تهتم بالاستحداثات النوعية، علاوة على حل مشاكل النوعية اليومية. وهي لا تختلف أساساً في هذا المجال عن المصانع الإنتاج الكبير إلا في طبيعة مشروع التحسين. فإن مشروع تحسين النوعية لمصانع الإنتاج الكبير، بسبب الحجم فقط، يتناول عادة عيب معين في منتج معين، بعكس مشروع تحسين النوعية لمصانع الطلب، الذي عادة يهتم بعلاج سبباً مشتركاً يتعلق بشغلات متنوعة.

8-8.6.4 تخطيط المصنع بالطلب

تنظم كثير من المصانع بالطلب آلاتها على أساس تجميع الآلات المتشابهة مع بعضها، المخارط في مكان واحد والمكابس في مكان أخر وهكذا، وذلك بغرض تقليل الاستثمار في الآلات وخلق مهارات في عمليات تشغيل المعادن، إلا أن هذا التنظيم على أساس تجميع الآلات المتشابهة يزيد كثيرا من مشكلة التحضير لإعداد التفصيلات الضرورية لتعريف وتصنيع المنتج job numeric كما إنه يزيد الفرص للخطأ (وهو أيضاً يزيد المخزون لعملية الإنتاج، وفترات التشغيل الكلية وصعوبات التحكم في عملية الإنتاج).

والتبرير الأساسي لهذا التنظيم، هو أنه عندما ينمو مصنع يعمل بالطلب ينبغي الاحتفاظ بتجمعات الآلات المتشابهة، إلا أن هناك رأي يعارضه وهو أن الإنتاج ينبغي أن يتم عن طريق تجميع خلايا cells تستخدم آلات خاصة تصمم لتقليل الحاجة لتحضير تفصيلات كثيرة لتعريف وتصنيع المنتج، وزيادة استغلال الآلات وتحسين التنسيق الخ. والأشكال عالية الآلية مثل تجمعات الخلايا هذه، التي تسمى «منظومات تصنيع مرنة»، يزيد استخدامها لأنها تخفض كثيراً من تكاليف الإنتاج والنوعية.

وعلى سبيل المثال نفذت إحدى شركات صنع آلات صناعة السجائر برنامجاً يتضمن:

أ - استخدام سبائك خفيفة لزيادة سرعة قطع المعدن.

ب- تصميم آلات خاصة على مبدأ التحكم الرقمي لتنفيذ عمليات متعددة بعملية ضبط واحدة.

ج- تصميم آلات خاصة للتحقق من عمليات الضبط.

د- تنظيم المصنع في أطقم مترابطة صغيرة.

8-8.7 صناعات الخدمة Service Industries

8-8.7.1 ما هي الخدمة

إن من يقدم خدمة يرغب في أن تكون الخدمة جاهزة للاستخدام مثل من يقدم سلعة مادية. إن تقدير خصائص الخدمة ضروري لتفهم الظروف الخاصية بمبادئ النوعية التي يحتاج الأمر إليها لجعلها ملائمة لصناعات الخدمة.

إن الخدمة هي عمل يؤدي لشخص آخر. والخدمة يمكن أن تقدم لعميل (مثل حلاقة الشعر). أو لمؤسسة (مثل تأجير حسوب) أو لكليهما (مثل خدمة الكهرباء)؟

وعمل الخدمة يتواجد لأنه يمكن أن يؤدي أداء أفضل مما يستطيع العميل أن يؤديه لنفسه. وبعض مصطلحات (مثل الاتصالات الصوتية عن بعد) لا يمكن أن يوفر التقنية والاستثمار اللازمين إلا منشأة مركزية كبيرة . وبدون هذه المنشآت لا يمكن توفير مثل هذه الحاجات بالمرة. وبعض أعمال الخدمة تتواجد لأنها تقدم بدائل تتفوق على الأداء الشخصي لها بالنسبة للتكلفة والوقت والراحة .. إلخ (مثل الحسابات الخاصة في المصارف). وأعمال خدمة أخرى تتواجد لتوفر حاجات إنسانية نفسية واجتماعية مثل الترفيه وتوفير الفرصة للثقافة والإبداع، والتخلص من الأعمال الرتيبة المملة.

8-8.7.2 صناعة الخدمة

إن التصنيف التقليدي للأنشطة الاقتصادية يشمل:

أولاً: الصناعة التحويلية manufacturing، وتعني بشكل أساسي معالجة المواد إلى سلع تامة معمرة وغير معمرة.

ثانياً: خلال الصناعة التحويلية، وتعني جميع الصناعات الأخرى وتنقسم إلى:

أ- صناعات خدمة.

ب- صناعات غير خدمة مثل المناجم والزراعة والتشييد.

وتتضمن صناعات الخدمة بصفة أساسية الآتي:

خدمات مزاولة العمل (الإعلان - الائتمان، خدمات الحسوب) الخدمات الصحية (التمريض، المستشفيات، المعامل الطبية)، الخدمات الشخصية (الملاهي، غسل وتنظيف الملابس، الحلاقة والتجميل)، الخدمات المهنية (المحاماة والطب)، خدمات التصليح (ورش السيارات والتليفزيون والتصليحات المنزلية)، الحكومة (الدفاع، الصحة العامة، التعليم، الترفيه، الخدمة البلدية).

وفي الولايات المتحدة تشكل صناعة الخدمات 2/3 الاقتصاد القومي والعمالة، وبعض صناعات الخدمة عالية الآلية، وفي مثل هذه الصناعات قد تمثل مستحقات الأفراد 70 % من التكاليف الكلية مقابل 30% في المتوسط في الصناعات التحويلية.

ومنشأة الخدمة عبارة عن منظومة من مهارات وإمكانات متخصصة، تقدم نتاج منظومتها لعملائها في أشكال مختلفة مثل:

- استخدام إمكانات: رحلات حافلات، اتصالات هاتفية.
- تأجير إمكانات: تأجير السيارات والشقق.
- مشورة مهنية: طبية، قانونية.
- المحافظة على الصحة: المستشفيات والمعامل الطبية.
- صيانة المنتجات: إصلاح السيارات.
- عروض مرئية ومسموعة: المسارح، التليفزيون، الراديو.
- تقديم معرفة: دورات، وتدريب.
- إراحة من خدمة شخصية: خدمة المطعم.

8-8.8 الصناعات المعقدة Complex Industries

8-8.8.1 عام

تتميز الصناعات المعقدة بصفة عامة بكل من طبيعة المنتجات الخاصة بها وهياكلها التنظيمية. المنتجات معقدة وتتكون من عشرات الآلاف إلى الملايين من القطع. وتتضمن مجموعات ووحدات ومكونات ومنظومات فرعية ومنظومات كاملة. ومن نماذج هذه المنتجات الأقمار الصناعية التجارية والحربية ومنظومات الرادار، الصواريخ، مراكز الاتصالات، منظومات الملاحة، معدات الفضاء، حواسيب الإطار الرئيسي. والمنتجات تنطوي على تقنيات في علوم الطبيعة، الكيمياء، الإلكترونيات والميكانيكا. وكل منها يتحرك للأمام بخطى متسارعة باستمرار. وتخرج منها معرفة جديدة تطبق في تطوير منتجات تجريبية، واختبارها وتضمينها في منتجات جديدة أو منتجات مطورة. وهذه المنتجات المعقدة لكل منها مجموعة من خصائص للنوعية، كل خاصية منها لها أهميتها بشكل ما، للعميل. فمثلاً، إن المتطلبات الوظيفية الأساسية مثل المدى، السرعة، الدقة، ناتج القوة، الذاكرة، التأثير القاتل ... الخ، تعظمها خصائص مثل الاعتمادية، القابلية للصيانة، السلامة، الإتاحة، المرونة، القابلية لإعادة الاستخدام، هذا بالإضافة إلى أن كثيراً من هذه المنتجات تحتوي على مقدار كبير من برمجيات الحسوب التي غالباً ما تقوم بدور العقل للمنظومة - الوظيفة التنفيذية التي تبرمج وتوجه عملياتها.

ونظراً لأن المنتجات معقدة، فإن المنشآت التي تنتجها، والجهات التي تشتريها وتستخدمها- أي عملاءها - تكون هي الأخرى ذات تكوين معقد. ويتعامل معظم مصنعي المنتجات المعقدة مع مئات المقاولين من الباطن والموردين. وعملية تكامل هذه المصادر الخارجية لعناصر المنتجَات مع العناصر الداخلية يشكل تحدياً شديد التعقيد للتطوير - هندسة المنظومات - الإنتاج - الموارد البشرية وإدارة رأس المال. ومن الضروري لهذه المنشآت أن تتبع سياسة لا مركزية وتفويض العمل، وأن يتوفر فيها التخصص في المجالات الفنية وإدارة الأعمال.

8-8.8.2 أهمية النوعية بالنسبة لمنشآت المنتجات المعقدة

إن الاهتمام بخلق الوعي للنوعية وتفهم الغرض منها له معنى خاص عند المنشآت التي تنتج سلعاً معقدة. لأن هذه المنشآت كبيرة ومن الصعب نشر رسالة النوعية واضحة ومعبرة خلال مستويات الهيكل المختلفة، إن أهداف النوعية متضمنة المعايير وطرق القياس يتم تعميمها في المنشأة بأكملها. إن الشركات الأكثر تقدما تطبق مبدأ العمل الجماعي عبر حدود التنظيمات الداخلية لحل مشاكل النوعية أو لتحقيق مستويات أعلى للنوعية.

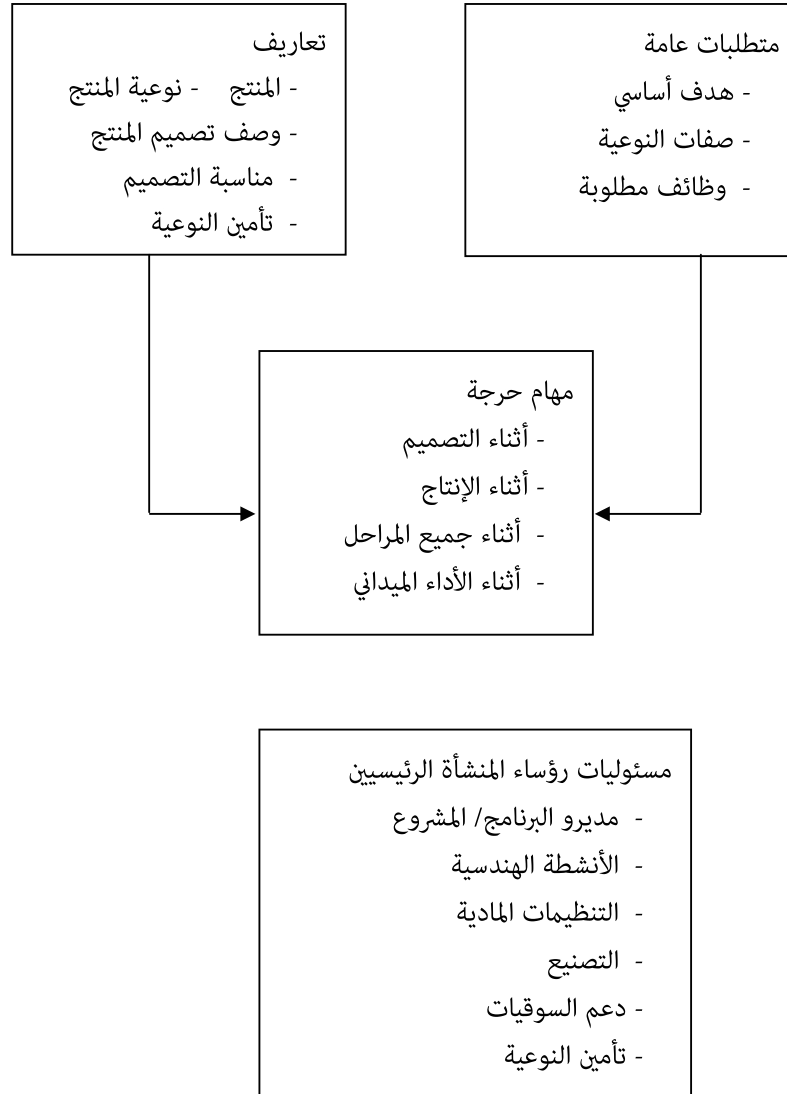
ويبين الشكل (8-2) نموذجاً لعملية إدارة النوعية تتميز به الصناعات المعقدة. ولغرض التبسيط، اقتصار النموذج على الوظائف المتعلقة بالمنتَج، ولم يتضمن عناصر المنشأة الأخرى مثل المالية والقانونية والأفراد، وإن كان وجودها وتفاعلها مفترضاً. وفيما يلي وصفاً للمتطلبات والمهام والمسئوليات الواردة في شكل (8-2) نموذج لعملية إدارة النوعية (الصناعات المعقدة).

8-8.8.2.1 التعاريف

أ - المنتَج: شيء منتَج لعميل أو في خصوص عقد أو جهد لمنشأة محددة، قد يكون معدة برمجيات، أمور تتعلق بمنشأة، كتب، بيانات، مستند أو أي تجميع من كل هذا.

ب- نوعية المنتَج: التواجد في منتج ما لصفات مجمعة ضرورية لإشباع حاجات مقررة لعميل ، وأي متطلبات منشأة يمكن تطبيقها.

ج- وصف تصميم المنتَج: الوصف الفني للمنتَج كما هو مبين في رسومات ومواصفات ومستندات، زائد تعليمات تصنيع عامة يمكن تطبيقها. ومن هذه التعليمات يصنع المنتَج. والوصف الفني يشمل مواصفات عمليات التصنيع الحرجة ومواصفات المعايير التي يتم تطبيقها لقبول المنتَج.



شكل (8-2) نموذج لعملية إدارة النوعية (الصناعات المعقدة)

د- صلاحية التصميم: الإثبات الموضوعي بأن المنتَج مكوَّن طبقاً لوصف تصميم المنتج، وأنه ينجح في اختبار الصلاحية ويعني بالمتطلبات الموصَّفة الأخرى.

هـ- تأمين النوعية: الإثبات الموضوعي بالآتي: (1) أن صلاحية التصميم تحققت طبقاً للمتطلبات الموصَّفة، (2) أن عمليات المداركة والتصنيع والتجميع والمعالجة والاختبار قادرة على أن تنتج منتَجاً بالنوعية المطلوبة، (3) أن المنتج يفي بمستويات التشغيل المقررة ويطابق وصف تصميم المنتَج.

8-8.8.2.2 المتطلبات العامة

أ - أن تزود العملاء بمنتجات في متناول إمكاناتهم وذات نوعية واعتمادية وأداء في مستوى متميز. وهذا الهدف يتواصل عن طريق التنفيذ في المنشأة بأكملها للنوعية الكلية، والتطبيق المجدي المتكامل للمنظومات المناسبة الهندسية، التصنيعية، المتعلقة بالمواد وتأمين النوعية وبالإمدادات والبرمجة.

ب- أن تحقق صفات المنتجَات ذات النوعية الجيدة الاعتمادية والأداء والقابلية للصيانة والسلامة، وأن تكون في نطاق مقدرة العملاء. وتعتمد هذه الصفات على نوع المنتَج ومتطلبات العميل - وتتضمن المعارف لتحقيق منتَجات ذات نوعية جيدة كلاً من الفنيات ووسائل الرقابة الفنية والإدارية لتطوير تصميمات منتَج له الصفات المرغوبة، ولتصنيع منتجات مطابقة لهذه التصميمات.

ج- أن تؤدي الوظائف المطلوبة لتأمين نوعية المنتَج بواسطة تنظيمات داخلية للبرمجة، الهندسة، التصنيع، المواد، تامين النوعية، الإمدادات. وأن تقدم التنظيمات المعاونة للنوعية المساعدة في مجالات خبرتها، للتنظيمات الأخرى، وأن تقدم أيضا تقييماً شاملاً للعمليات التنظيمية والتداخلات فيما يتعلق بنوعية المنتَج.

8-8.8.2.3 المهام الحرجة

- **أثناء التصميم:**

أ - أن تطبق الأنشطة الهندسية معارف ومعايير التصميم، حسب الضرورة، لتأمين تحقيق تصميم المنتج «الذي تم التوصل إليه» لمتطلبات ومستويات العميل والمنشأة، ولتأمين أن الاعتمادية وسلامة المنظومة المتضمنتين في التصميم ستتحققان في الإنتاج، فإن وصف تصميم المنتج يتضمن استنفار اختبارات مطلوبة بصفة فردية لقبول مكون، حجب إجهاد، وسائل تحكم في عملية، وسائل أمن منظومة مطبقة أثناء الإنتاج.

ب- أن أنشطة التصنيع والمستلزمات تساعد الهندسة على تحقيق تصميمات منتَج قابلة لتحقيق إنتاج اقتصادي عالي النوعية.

ج- أن أنشطة دعم السوقيات Logistics support تساعد الهندسة على تحقيق تصميمات منتج تكون لها مساندة فعالة في الميدان.

د- أن أنشطة تأمين النوعية تساعد الهندسة والبرمجة في كل من التصميم، عملية إدارة التصميم، عمليات مراجعة التصميم، وقد تقدِّم موارد تحليلية متخصصة وموارد فنية أخرى.

هـ- أن أنشطة تأمين النوعية تتثبت من أن صلاحية التصميم تحققت طبقاً للمتطلبات الموصفة.

- **أثناء الإنتاج:**

أ - تؤمن أنشطة التصنيع والمستلزمات أن المنتجات تفي بمستويات التصنيع، وتطابق وصف تصميم المنتج. وتتثبت أنشطة تأمين النوعية من ذلك.

ب- تساعد الأنشطة الهندسية التصنيع والبرمجة عن طريق (1) مراجعة تخطيط التصنيع

والعمليات المستنبطة فيها لتأمين عكسها بقدر كافي لغرض وصف تصميم المنتج (2) التحري عن مشاكل القابلية للإنتاج (3) المشاركة في مراجعة المستلزمات غير المطابقة والتخلص منها (4) تحليل الفشل (5) استنباط تغييرات لتصحيح تصميم المنتج أو تحسينه.

ج- تراجع أنشطة تأمين النوعية عمليات كل من تخطيط التصنيع وتدبُّر أمره قبل وأثناء الإنتاج، المداركة المناسبة، التشغيل، التجميع، المعالجة، الاختبار، وذلك للتحقق من أن هذه العمليات قادرة على إنتاج منتَج بالنوعية المطلوبة في نطاق وصف تصميم المنتج.

د- تؤمن أنشطة التصنيع كلا من تأمين النوعية، مطابقة المنتج المسلَّم لمتطلبات العميل والمنشأة وفقا لما أثبته التفتيش، الاختبار وتحليل البيانات.

- **أثناء جمع المراحل:**

أ - إن ترخَّص هيئة معترف بها لإدارة البرنامج المتعلقة بمتطلبات عقد معين. وفي حالة وجود خلاف بين متطلبات العقد ومتطلبات المنتَج بالمنشأة أو ممارسات العمل بالمنشأة تكون الغلبة لمتطلبات العقد.

ب- أن يَعمل البرنامج والتخطيط التنظيمي الوظيفي والميزانية على تحقيق الفرصة لتحقيق النوعية، الاعتمادية، القابلية للصيانة، سلامة المنظومة والخواص الأخرى للمنتج، كما هو مطلوب وفقاً للعقد وقياسات المنشأة.

ج- أن تؤمن هيئة إدارة البرنامج كفاية ومناسبة عملية إدارة الترتيب الهيكلي Configuration وبصفة خاصة تيسَّر عملية إدارة تغيير الهندسة. ويعمل تأمين النوعية على التثبيت من تضمين التغيير عند تأثيرات معينة وكذلك من دقة حسابات الترتيب الهيكلي، كما أنه يساهم مع الهندسة، والتصنيع، والمستلزمات ودعم السوقيات في تقييم التغييرات المقترحة.

- **أثناء الأداء الميداني:**

يتم تدبر أمر فعالية المنتجات في الميدان بواسطة أنشطة معينة، تؤمن القيام بتحليل بيانات التشغيل والصيانة، وبمواصلة الإجراءات التصحيحية الضرورية وتحسينات المنتج بحيث تناسب متطلبات العقد والمنشأة.

(أ) المسئوليات:

رؤساء التنظيمات الرئيسية

أنهم يوفرون القوى المنتجة، والعلاقات التنظيمية والإمكانات الضرورية لأداء الوظائف المتعلقة بالمنتج.

(ب) مديرو البرنامج أو المشروع:

يؤمنون بتعريف الوظائف المتعلقة بالمنتج بحيث تؤدِّي كجزء من البرنامج أو المشروع الخاص بها، طبقاً لمتطلبات العميل والمنشأة، متضمنة الخدمات التي تورد بواسطة مجموعات تقنية متخصصة وتنظيمات داعمة. ومديرو البرنامج يقودون أيضاً عملية إدارة التغيير الهندسي.

(ج) الأنشطة الهندسية:

تطبق الأنشطة الهندسية معارف التصميم ومعاييره حسب الضرورة لتطوير وصف تصميم للمنتج يحقق صفات المنتَج المطلوبة، ولصلاحية التصميم، ولمراجعة تخطيط التصنيع والعمليات التي يوصي بها لتأمين أنها تعكس بفعالية ما يقصده وصف تصميم المنتج.

(د) تنظيمات اللوازم Materiel organization:

تتدارك قطع ومواد، وتتعاقد من الباطن على بنود طبقاً لوصف التصميم، والاختبار والمتطلبات الأخرى للعقد الأساسي وقياسيات المنشأة المطبقة.

(هـ) التصنيع:

إن قسم التصنيع ينتج المنتجات اقتصادياً بحيث تفي بقياسيات المصنعية المقررة، وتطابق وصف تصميم المنتج. وكذلك يراجع أوصاف تصميم المنتَج بالنسبة للقابلية للإنتاج.

(و) الدعم للبقاء:

يزود هذا القسم قسم الهندسة بمعايير تصميم لتحقيق قدرة فعّالة للدعم للمنتجات في الميدان.

(ز) تأمين النوعية:

يثبت هذا القسم من أن صلاحية التصميم قد تحققت، وأن المنتج المصنع يفي بقياسيات التشغيل المقررة، ويطابق وصف تصميم المنتج، وإن بيانات تأمين النوعية وعملية التصنيع قد تم تحليلها للكشف عن الاحتياجات للإجراء التصحيحي.

الفصل التاسع

9- البيئة الدولية والتحكم في النوعية وتأمينها
(أيزو 9000)

9-1 مقدمة

يجرنا الكلام عن النوعية في الفصل السابق إلى التطرق إلى الوضع الدولي للتحكم في النوعية بعد أن كانت وظيفة التحكم في النوعية قد استقرت كقسم منفصل من منظومة الإنتاج لها قواعدها وإجراءاتها ومراجعها الفنية.

كانت الولايات المتحدة واليابان هما البلدان الرائدان اللذان دفعا بفكرة النوعية تدريجياً حتى أعترف بها كجزء لا يتجزأ من سياسة الإدارة العليا للمنشأة وليس كقسم منفصل من منظومة الإنتاج، ولم يكن هذا يعني أن فنيات التحكم في النوعية كانت في سبيلها لأن تفقد قيمتها، بل إنها اندمجت في منظومات نوعية شاملة تتضمن الأفراد في جميع المستويات. وقد عم هذا التوجه جميع القطاعات الاقتصادية في جميع البلدان تقريباً بسرعة وبقوة بحيث يطلق عليه أحياناً «ثورة النوعية» وأصبح الواحد منا الآن كثيراً ما يقرأ ويسمع عن دوائر النوعية quality circles، عيب صفر zero defect تسليم في الوقت بالضبط just in time delivery التحكم النوعي الكلي ومصطلحات أخرى غيرها. هذا وتكرس منظمة القياسيات الدولية أيزو ISO مع اللجنة الدولية الكهربائية الفنية (ل د ك IEC) جهودها في هذا المجال.

إن هذا الاهتمام العالمي الناتج عن حوافز طبيعية للسوق تلقي دفعة إضافية عندما أصبحت الحكومات واعية بفوائد وجود سياسة نوعية على مستوى البلد بالنسبة للاقتصاد القومي.

وقد أبرزت المسوحات الإحصائية بمعرفة الأمم الصناعية الرئيسية حقيقة أن النوعية، وقت التوريد والسعر هي العوامل الرئيسي التي تعزز التصدير.

واهتمت منظمات الأمم المتحدة مثل برنامج التنمية للأمم المتحدة UNDP واليونيدو UNIDO بتقديم معاوناتها للبلدان النامية في هذا الصدد. ومركز التجارة العالمي ITC التابع للانكتاد/ جات UNCTAD / GATT على سبيل المثال، يقدم المشورة حول جميع أمور النوعية وخاصة التفتيش للتصدير. ويصدر نشرة دورية تحتوي على معلومات عن برامجه.

وخصائص منظومات النوعية، وإن اختلفت من قطاع لآخر، إلا أن الفكرة الرئيسية فيها هي المدخل الشامل الذي سبق الإشارة إليه وهو سياسة نوعية مقررة بمعرفة الإدارة العليا، تستند على مشاركة فعالة للأفراد على جميع المستويات، وتعتمد على وثيقة للنوعية، تسمى أحياناً دليل النوعية. والاتجاه الثاني عن هذا المدخل الشامل، هو تطبيق هيكلاً تكون فيه النوعية متكاملة في عملية الإنتاج في جميع مراحله، وذلك يجعل إجراءات تأمين النوعية تتخلل جميع مراحل عملية الإنتاج بدلاً من تركيزها بكثافة في آخر العملية. ويعتبر هذا التوجه ثورياً عندما يقارن بما كان سائداً منذ بضعة عقود (ومازال يباشر بنجاح في قطاعات كثيرة) وهو الفصل الواضح بين وظائف الإنتاج ووظائف التحكم في النوعية وقد يكون هذا التوجه نحو النوعية المتكاملة إذا أمعنًا النظر فيه جيداً، عودة لمفهوم لعملية الإنتاج أكثر تمشياً مع طبيعتها ويترتب عليه التوفير في عمليتي الاختبار والتفتيش النهائيتين، وفي المفروض وفي تكاليف التخزين.

وتكاثر أنشطة النوعية في جميع القطاعات يجعل من الضروري توضيح الأفكار التي تنطوي عليها والاتفاق على لغة مشتركة لتعريف هذه الأفكار. وبالإضافة إلى المراجع القومية ومرجع المنظمة الأوروبية للنوعية ذي الثمانمائة صفحة فإنه توجد وثائق مصطلحات فنية أساسية على المستوى الدولي في هذا الميدان منها:

- المعجم الدولي للمصطلحات الفنية الأساسية والعامة (VIM) 40 صفحة، الذي أصدرته مشاركة OIML, ISO, IEC, BIPM.
- أيزو ISO 3534: 1977 «إحصائيات - معجم ورموز».
- أيزو ISO 8402: 1986 «نوعية - معجم»

9-2 النوعية عبر الحدود ISO/TC 176 وسلسلة ISO 9000 لقياسيات تأمين النوعية

كان من عواقب هذه الأنشطة المكثفة على جبهة النوعية أن زادت الحاجة إلى التوفيق الدولي للممارسات القومية، والتوصل إلى اتفاقات دولية لتعزيز نقل فكرة النوعية عبر الحدود. وكان ذلك مجال نشاط لجنة فنية تابعة للأيزو شكلت في الثمانينات، وهي أيزو/ لجنة فنية 176 «عملية إدارة النوعية وتأمين النوعية» (ISO/ TC 176 quality management and quality assurance) التي أنتجت سلسلة قياسيات تأمين النوعية أيزو 9000 الشهيرة (ISO 9000 series of quality assurance standard).

9-2.1 نشرة نوعية 9000 (Quality 9000)

وهذه القياسيات الدولية موصفة في نشرة أيزو «نوعية 9000»، وهي متاحة للمشاركين. وفيما يلي بعض معلومات مختصرة عنها:

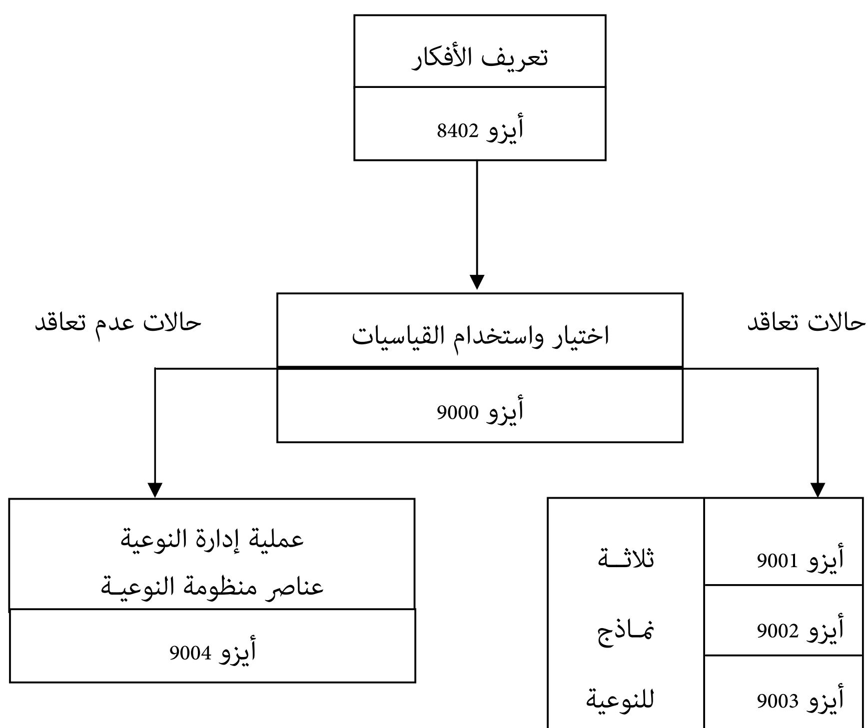
إن سلسلة أيزو 9000 للقياسيات العالمية تجيب على الأسئلة الآتية:

- ما هي عملية إدارة النوعية (Quality management).
- كيف تسير منظومة تأمين نوعية؟
- ما الذي تدور حوله قياسيات أيزو الدولية للنوعية؟
- أي نوع من عمليات النوعية يناسب المشروع المعني؟

وهذه السلسلة تفي بالمتطلبات الأساسية لمجموعة كاملة من برامج عملية إدارة

النوعية للصناعات التحويلة، وتستكمل هذه السلسلة نشرة أيزو 8402 «معجم مصطلحات القياسيات الدولية».

وقد كتبت قياسيات سلسلة أيزو 9000 بلغة سهلة تناسب مُصنِّع المُنتَج وتساعد كل صناعة (أو قطاع صناعي) على أن تطور قياسيات عملية إدارة النوعية المعنية الخاصة بها على أساس هذه المجموعة من القياسيات لاستخدامها في العمليات الخاصة بها. والقياسيات يمكن تطبيقها أيضاً على صناعات الخدمات مثل المصارف، المستشفيات والفنادق والمطاعم.



شكل (9-1) هيكل قياسيات النوعية الجديدة

9-2.2 سلسلة أيزو النوعية 9000 (The ISO Quality 9000 Series)

9-2.2.1 أيزو 9000 قياسيات عملية إدارة النوعية وتأمين النوعية، إرشادات الاختبار والاستخدام

مقدمة عامة – تعريفات موسعة للمصطلحات الرئيسية – اختيار نموذج تأمين نوعية – تقييم ما قبل العقد – تفصيل العقد وإعادة النظر فيه – قائمة مرجع تبادلي لعناصر منظومة نوعية.

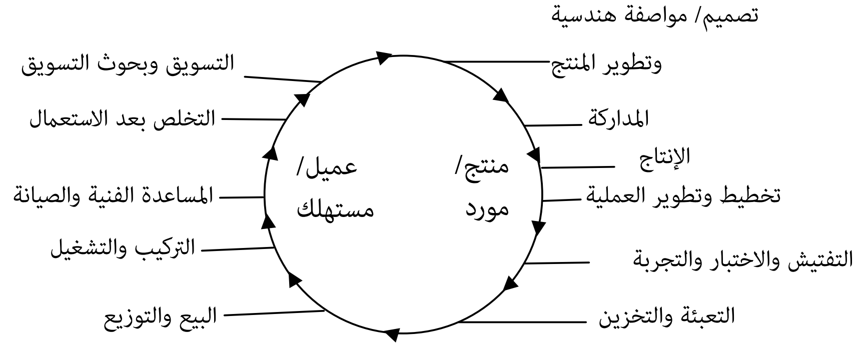
وهذه القياسيات توفر أساسيات تنفيذ سياسة عملية إدارة وتأمين نوعية، وتوضح العلاقة بين أفكار النوعية المختلفة، وتوصف القواعد لاستخدام الثلاثة نماذج أيزو 9001 وأيزو 9002 وأيزو 9003 وتدخل مفهوم درجة إظهار الإثبات Degree of demonstration التي تربط بين الإثباتات Proofs التي قد يطلبها أي عميل فيما يتعلق بكفاية منظومة النوعية ومطابقة الناتج مع المتطلبات الموصفة.

9-2.2.2 أيزو 9000 عنصر منظومة عملية إدارة نوعية وتأمين نوعية - الإرشادات.

تتكون من دراسة كل من عناصر منظومة النوعية المشار إليها تبادليا في أيزو 9000 وقياسيات المنظومة. أن المصنع يحتاج لأن يفهم العملية بتفصيل كافي بحيث يمكنه اختيار العناصر المناسبة لكل خطوة من خطوات العملية بغرض تخفيض تكلفة مشروع النوعية للحد الأدنى وتعظيم المنافع للحد الأقصى.

9-2.3 نماذج أيزو الثلاثة لتأمين النوعية

ونماذج أيزو 9000 للنوعية الثلاثة تمثل ثلاثة أشكال مميزة للقدرة الوظيفية أو التنظيمية المناسبة للأغراض التعاقدية بين طرفين.



شكل (9-2) أنشوطة (لولب) نوعية

9-2.3.1 النموذج واحد

أيزو 9001 منظومات نوعية - نموذج تامين نوعية/ تصميم تطوير، إنتاج، تركيب، تقديم خدمة.

(النموذج 1) يستخدم عندما يحتاج الأمر لأن يؤمن المورد المطابقة لمتطلبات موصَّفة، خلال الدورة بأكملها من التصميم لتقديم الخدمة بعد التسليم، وهو يُستخدم عندما يحتاج العقد بصفة خاصة إلى جهد تصميمي، وينص على متطلبات المنتج (أو يحتاج الأمر للنص عليها) بصفة أساسية في شروط الأداء، والنموذج 1 يمثل المتطلبات الكاملة متضمنة جميع عناصر منظومة النوعية المفصلة في أيزو 9004 بحدها الأقصى.

9232- النموذج اثنين

أيزو 9002 منظومات نوعية – نموذج تأمين نوعية إنتاج وتركيب.

(النموذج 2) هـ أكثر حبكا، إنه للاستخدام عندما يُـنصّ عـلى متطلبـات معينـة للمنتجـات

بالنسبة لتصميم قائم فعلاً أو لمواصفات، والأمر لا يتطلب إلا عرض قدرات المورد بالنسبة للإنتاج والتركيب. وتكون جميع عناصر منظومة النوعية في أيزو 9004 حاضرة ولكن بعضها يتم تناوله بقدر أقل.

9233- النموذج ثلاثـة

أيزو 9003 منظومات نوعية – نموذج تأمين نوعية التفتيش النهائي والاختبار.

والنموذج (3) يطبق في حالات يمكن فيها عرض قدرات المورد على التفتيش والاختبارات (التي تجري على المنتج عند توريده) عرضاً على وجه مُرضي. وفي هذا النموذج، لا يحتاج الأمر إلا إلى نصف عناصر منظومة النوعية في أيزو 9004 وبقدر من التشدد أقل من النموذج 2.

وكما يظهر من شكل (9-1) يبدأ هيكل السلسلة بتعريف الأفكار التي تنطوي عليها والتي تغطيها وثيقة أيزو 8402. ويحتوي الملحق (أ) على مستخرجات منها، كما يحتوي الملحق (ب) على ورقة عن المواصفات القياسية الدولية - الأيزو 9004 (الخطوط الإرشادية للاختبار والاستعمال).

ويحتوى الملحق (ج) على وثيقة عن المواصفة رقم 9001 نشرتها مجلة الصلب العربي.

هذا ويجري العمل بقياسيات إضافية تكمل مجموعة قياسيات أيزو هذه، مثل عملية إدارة النوعية في صناعات العمليات المستمرة Process industry، وإعداد دليل نوعية Quality manual، وتأمين نوعية عملية إدارة المشروع Project management ومتطلبات التحكم في معدات القياس والاختبار، وبرمجيات تأمين النوعية، وعملية إدارة الخدمات، ومراجعة حسابات منظومات النوعية.

وفي الوقـت نفسـه يجـري العمـل أيضـاً في قياسـيات تتعلـق بفنيـات الـتحكم في النوعية والطرق الإحصائية مثل مراجعة أيزو 5725 «دقة طرق الاختبار – تحديـد تكراريـة

repeatability وإعادة إظهار نتائجها reproducibility بطريقة اختبار قياسية باختبارات فيما بين المعمل».

هذا وقد اعتمد عدد كبيرة من الأقطار الصناعية هذه السلسلة من المواصفات حيث:

- صدرت في ألمانيا تحت رقم Din ISO 9000 – 9004.
- صدرت في المملكة المتحدة تحت رقم BS 5750/ ISO 9000.
- صدرت في الولايات المتحدة تحت رقم ANSI/ ASQC Q90-94.
- صدرت منقحة في كندا تحت رقم CSA Z 299.
- صدرت كمواصفة هندية تحت رقم IS 10201.
- صدرت كمواصفة أوروبية تحت رقم EN 29000.

9-3 تقييم طرف ثالث لمنظومات النوعية

إن سلسلة أيزو 9000 وإن كانت قد طورت أساساً لتستخدم بمعرفة المورد وبمعرفة عميله، إلا أنه يوجد نزوع في قطاعات اقتصادية أو صناعية معينة في بعض البلدان، إلى أن يتم تقييم وتسجيل منظومات النوعية الخاصة بالموردين تقييماً وتسجيلاً مستقلاً بمعرفة أطراف ثالثة. الأمر الذي قد يكون مفيداً. فمثلاً، عندما يتعذر تأسيس أوامر التعامل الكبيرة على مجموعة مواصفات قياسية منشودة، بحيث أنه بدلاً من تقييم نوع المنتج موضوع الأمر، تكون الطريقة الوحيدة التي يمكن الاعتماد عليها هي تقييم قدرة المورد. أو حالة أخرى قد تحدث، كما سبق ذكره، يكون هناك شعور بأن وفورات يمكن أن تتحقق في مراحل التفتيش والاختبار بواسطة تقييم وتدبر أمر منظومة نوعية المورد، والاستخدام المتزايد لمثل هذه الطرق قد يؤدي لموردين معينين، إلى تكرار إجراءات تقييم تستغرق وقتاً ومكلفة، ولذلك فإنه لتحاشي مثل هذه التقييمات المتعددة بواسطة عملاء متتاليين، جاءت فكرة إيجاد كيان طرف ثالث حيادي وكفء لتقييم منظومة

نوعية المورد وتسليم شهادة تسجيل تعترف بها الأطراف المعنية الأخرى في البلد. هذه هي الكيفية التي تم بها تأسيس عدد من خطط عمل تقييم وتسجيل منظومة نوعية في عدد من البلدان، منها المملكة المتحدة، استراليا، نيوزيلندا، سويسرا، فرنسا وألمانيا وبنفس الطريقة، كما أن قياسيات المنتج المختلفة قد تشكل عقبات أمام التجارة، فإن الاختلافات في الإجراءات والمعايير المستخدمة لتقييم قدرة المورد تشكل عقبات محتملة يمكن أن تعرقل التبادل الحر للسلع، وهذا هو السبب في مطالبة أيزو واللجنة الدولية الكهربائية الفنية (ل د ك) لتطوير خطوطاً إرشادية لتعزيز اتجاه التقارب بين الممارسات القومية وتسهيل الاعتراف المتبادل بينها، وقد نتج عن ذلك إصدار في 1989 دليل أيزو/ ل د ك 48 «خطوط إرشادية لتقييم وتسجيل منظومة نوعية مورد بمعرفة طرف ثالث».

9-4 نواحي أخرى لتقييم المطابقة - شهادة المنتج - تصديق المعمل - إعلان مصنّع

من المناسب ذكر النواحي الأخرى للمفهوم الشامل لتقييم المطابقة conformity assessment التي تغطي شهادة المنتجات، تصديق معامل Certification of products لاختبار الأنشطة الأخرى التي تستفيد من فنيات النوعية. وقد أصدرت أيزو/ ل د ك مجموعة من الأدلة بخصوص هذه الأمور، اعترفت ببعض منها منظمات دولية باعتبارها عناصر هامة تدعم جهودها في إزالة القيود الفنية للتجارة.

ومن الأمثلة الملموسة للإنجازات في مجال التعاون الدولي في قطاعات معينة، المنظومتان الدوليتان اللتان تعملان تحت رعاية ل د ك: منظومة ل د ك لتقييم نوعية المكونات الإلكترونية، منظومة ل د ك لاختبار مطابقة سلامة المعدات الكهربائية للقياسيات.

وشهادة مطابقة المنتج بموجب منظومة شهادة من طرف ثالث، على الرغم من أهميتها البالغة بسبب تعلقها الشديد بالسلامة والصحة إلا أنها لا تغطي إلا جزءاً صغيراً

نسبياً لسلع المتاجرة (traded goods). وبالنسبة لمعظم المنتجات فإنه غالباً ما تستخدم آليات أخرى. فمثلاً سلسلة القياسيات الأوروبية 45000 التي يصدرها معهد القياسيات الأوروبية المشتركة، المبنية على وثائق أيزو/ ل د ك المقابلة، تستخدم في 18 بلداً أوروبياً لتنفيذ عدداً من الوحدات النمطية (modules) لأطوار عديدة من إجراءات تقييم المطابقة.

وتصديق المعمل هو أحد عناصر هذا المدخل. وإعلان المصنع نفسه بأن منتجه مطابق لقياس معطى هو عنصر آخر في خلق الثقة في المنتج، وقد صدر دليل أيزو/ ل د ك 22 «معلومات عن إعلان المصنع للمطابقة للقياسيات أو مواصفات فنية أخرى».

ومن بين الخطوط الإرشادية الدولية المتاحة الآن عن المواد المرجعية:

أدلة يصدرها أيزو لتغطية موضوعات تتعلق بالتفتيش الدولي بالأدلة التي أصدرها أيزو/ ل د ك. وفيما يلي بعض المستخرجات منها:

قدم دليل أيزو/ ل د ك 2 التعريفين الآتيين لتقديم الشهادة:

أ - شهادة المطابقة.

هي مستند يصدر وفقاً لقواعد منظومة تقديم شهادة، يبين تقديم إثبات كافي بأن منتَج معرَّف كما ينبغي (أو عملية، أو خدمة) متطابق مع قياس معين أو مطابق لمستند معياري أخر.

ب - علامة المطابقة (للشهادة).

هي علامة محمية، تطبق أو تصدر وفقاً لقواعد منظومة تقديم الشهادة، تبين تقديم ثقة كافية بأن معين (أو عملية أو خدمة) متطابق مع قياس معين أو مطابق لمستند معياري أخر.

وفي دليل أيزو/ ل د ك 5 منظومة تقديم شهادة عن منتجات، تكون هيئة القياسيات

القومية أو المنظمة المناظرة لها هي الهيئة التي تصدر الشهادة. هيئة القياسيات القومية National standards body (NSB) ينبغي أن يكون لديها الآتي:

- قياسيات تشكل أساساً لتقديم الشهادة، نظراً لأنه يتعذر أن تكون هناك شهادة بدون وجود قياسيات.
- علامة مطابقة مسجلة ومصدرة بمعرفة الكيان الذي يقدم الشهادة، وذلك لاستخدامها في مجال تقديم الشهادة.
- إمكانات اختبار كافية ومناسبة تمكن من اختبار عينات من المنتجات تؤخذ من المصانع.

9-5 القياسيات كأساس لجميع برامج النوعية

على الرغم من كثرة الكلام عن عملية إدارة النوعية وتأمين النوعية، إلا أنه ينبغي أن نتذكر دائماً أن النوعية يجب أن تبنى على مجموعة نافذة من القياسيات. فمن الواضح أن أفضل منظومة نوعية، إذا طبقت على مواصفات منتَج بقياسات سيئة لا ينتج عنها إلا منتجاً سيئاً. وعلى ذلك فإنه ليس من المقبول عمل استثمارات ضخمة في جهد لتعزيز النوعية، إذا لم تعمل في الوقت نفسه في التقييس كذلك. ويمكن الاستعانة في هذا المجال بالمنظمات الدولية المتخصصة.

9-6 توحيد المواصفات الأوروبية

قد يكون من المفيد للبلدان النامية والأقطار العربية من بينها إلقاء نظرة على الكيفية التي سعت بها المجموعة الاقتصادية الأوروبية (EEC) إلى توافق النظم والقياسيات في المجموعة الأوروبية.

9-6.1 العمل على توافق النظم والقياسيات في المجموعة الأوروبية.

منذ أن بدأت المجموعة الاقتصادية الأوروبية كاتحاد جمركي للتخلص من الحصص والتعريفات الجمركية .. الخ، التي كانت بدون شك حواجز للتجارة الحرة، زاد الأمر وضوحاً بأنه مازالت هناك حواجز غير تعريفية للتجارة منعت السلع من المرور الحر عبر الحدود، وأصبح أيضاً من الواضح أن الحواجز الفنية للتجارة كانت أكثر فعالية من الوسائل التقليدية للحماية لأنها يمكن أن تغيّر وتطبّق تطبيقاً أكثر تنوعاً من الحواجز غير الفنية للتجارة.

وفي 1985 تبنى وزراء المجموعة «فكرة جديدة في مجال التوافق الفني والتقييس»، وطبقاً لذلك تحدد التوفيق الأوروبي للنظم الفنية بتعريف متطلبات سلامة أساسية لجميع التوجيهات التي صدرت بموجب المادة 100 من المعاهدة والتي تتطلب الإجماع لتقرير العمل بها.

والسلع التي تنزل في السوق ينبغي أن تطابق هذه المتطلبات. وهذه السلع يمكن أن تمر من بلد عضو إلى بلد آخر بدون أي قيود، الأمر الذي أمَّن التجارة الحرة.

وكلف معهد القياسيات الأوروبي المشترك (Common European Standards Institution CEN/CEELEC) بإعداد قياسيات أوروبية (EU) مع الأخذ في الاعتبار للأصول الفنية وكذلك لمتطلبات السلامة التي وضعتها اللجنة. وألزمت سلطات التفتيش الجمركي البلدان الأعضاء بأن تفترض أن المنتج مصنَّع طبقاً لمواصفة أوروبية، وأيضاً تتحقق فيه متطلبات السلامة الأساسية للمجموعة الأوروبية، بيد أن المصنع يكون له الحق في إن ينتج سلعاً ليست مطابقة لمواصفة قياسية أوروبية ويكون له الخيار في ذلك، إلا أن عليه أن يتقبل المخاطرة في أن يثبت أن منتجه مطابق لمتطلبات السلامة الأساسية للمجموعة، الأمر الذي يمكن أن يكون مكلفاً جداً.

والنظم الفنية للمجموعة، لذلك وضعت المتطلبات الأساسية بينما تعطي القياسيات

الأوروبية جميع التفصيلات الفنية التي يمكن أن تشير إليها تعليمات المجموعة. وهذا الإجراء يعرف كطريقة «للرجوع للقياسيات» reference to standards.

وبينما سابقاً كانت التوجيهات الأوروبية أي القوانين الأوروبية، التي تصدر وفقاً للمادة 100 من المعاهدة تحتاج لإجماع الأصوات على مستوى المجموعة الأوروبية فإنه الآن تكفي الموافقة بأغلبية 77% من الأصوات لإقرار التوجيه. وتنطبق القاعدة نفسها على إقرار القياسيات الأوروبية في معهد القياسيات الأوروبي المشترك. والأعضاء الذين لم يصوتوا لصالح المواصفة القياسية الأوروبية (EN) يكونوا رغم ذلك ملزومين بأن يضفوا على هذه الموافقة صبغة المواصفة القياسية القومية. وبالأخذ في الحسبان لنظام التصويت قد يحدث أن يكون على بلد أن ينفذ مواصفة قياسية لم يكن يريدها بالمرة.

وفي الوقت نفسه فوضت البلدان الأعضاء، المجلس في الاعتراف بمدى تكافؤ نظام قومي لبلد عضو. وكلفت اللجنة بتقرير قائمة النظم القومية التي لم تتوافق بعد. إن القصد هو إعداد تشريع سلامة أوروبي.

9-7 القياسيات المتوافقة Harmonized Standards

إن أكثر أشكال القياسيات المتوافقة شيوعاً هي القياسيات الدولية التي تصدرها منظمة القياسات الدولية (أيزو ISO) واللجنة الدولية الكهربائية الفنية IEC.

وإلى جانب هذه القياسيات توجد قياسيات متوافقة إقليمية، مثل منظمة القياسيات الأفريقية الإقليمية ومعهد القياسيات الأوروبية المشتركة cen/cenelec والتي تأخذ في الحسبان الفروق الإقليمية مثل المناخ، درجة الحرارة... الخ، وأيضاً توجد كيانات اقتصادية نمت نمواً تقليدياً تلتزم بعلاقات تجارية مشتركة وكذلك بعلاقات ثقافية.

وبصرف النظر عن هذه القياسيات المتوافقة توجد في كل بلد قياسيات قومية national standards، وهي تبني هيكلاً للقياسيات ينبغي النظر إليه كهرم.

ومن المتعارف عليه بالنسبة للقياسيات التي تم التوفيق بينها والموافقة عليها طبقاً لمبدأ الإجماع، أنه كلما ارتفع مستوى التقييس كلما أصبحت القياسيات أكثر تعميماً.

9-8 تطويرات استحدثت

9-8.1 المسئولية عن المنتج Product liability

إن مبدأ المسئولية عن المنتج هو أن المصنّع مسئول عن الضرر الذي يتسبب عن منتج خاطئ أو معيب يكون قد صنعه.

وقد أصدرت المجموعة توجيها في 1985 في هذا الخصوص يعرّف أن المنتج يعتبر خاطئ أو معيب إذا لم يطابق السلامة التي تتوقع منه. ويجدر التنويه بأن هذا الحكم لا يكون نافذاً إلا عندما ينزل المنتج في السوق. وبطبيعة الحال، توجد عدة أسباب تسقط نتيجة لها مسئولية المصنِّع مثل:

- إذا أثبت المصنِّع أن عيب منتجه لم يكن في الإمكان التعرف عليه في ذلك الوقت بسبب أن الطرق لاكتشاف العيب لم تكن متاحة بعد طبقاً للأصول الفنية.
- إذا استعمِل المنتج في أغراض أخرى غير الغرض الخاص به.
- إذا استعمِل المنتج بكيفية تخالف الاستعمال .. الخ.

والأصول الفنية تعني هنا ما تعكسه القياسيات الفنية المطبقة في الوقت الذي تم تسويق المنتج فيه، وهذا أحد الأسباب لأن يكون التقييس هاماً جداً للمصنعين بقدر ما هو هام جداً للمستهلكين.

إن القياسيات تصف الأصول الفنية ولذلك فإنها إثبات للمصنِّع يخليه من المسئولية وفي غيابها تقع عله المسئولية.

9-8.2 الاختبار، الشهادة Certification التصديق Accreditation

كان هناك حاجز للتجارة عندما - وسيظل باقياً - كانت المنتجات تُصنع طبقاً لقياسيات ونظم فنية وتقدم عنها شهادات وتعطي للمنتج شهادة أو علامة إلا أنه لا يمكن إجراء الاختبارات اللازمة لإثبات المطابقة للمواصفات إلا بمعرفة معامل اختبار قومية معينة مخولة بإعطاء الشهادة أو العلامة. إن التجارة الحرة يمكن أن تعاق إعاقة شديدة إذا كان على المصنِّع أن يرسل عينة تجريبية لمنتجه لبلد آخر لاختبار مطابقته للنظم و/ أو للقياسيات النافذة في السوق الذي يريد أن يستورد منه منتجه. إنها يمكن أن تشكل مخاطرة له تستغرق وقتاً وتحمله تكلفة إذا كان المنتَج سيخضع لتعديلات محتملة يمكن أن تُحيّر المصنِّع وتؤدي به إلى أن يترك فكرة تصدير منتَجه.

إنه ينبغي أن يكون هناك معامل اختبار في كل بلد قادر على أداء الاختبارات بالجودة المطلوبة للبلد المستورد. إنه أمر ثقة أن يُعترف بنتائج الاختبار اعترافاً متبادلاً. إن المنتج الذي يحمل علامة نوعية له فرص أفضل من الذي لا يحمل العلامة.

وتقليدياً يوجد عدد كبير من منظومات تقديم شهادة في كل بلد أوروبي، معظمها أسست كهيئات خاصة بمعرفة فروع صناعة أو تجارة أو بالمشاركة بينهما. إن منطق التجارة الحرة يقضي بأن تكون هذه الهيئات متوافقة إذا كان الغرض تحقيق سُوقاً مشتركة.

وعلى ذلك أوجد معهد القياسيات الأوروبي المشترك، منذ وقت طويل، مظلة لتحقيق التوافق بين المنظومات القومية لتقديم الشهادة، وهي منظومة تقديم الشهادة الأوروبية (وهي اختصار CEN certification) بيد أن خطط المجموعة لتحقيق السوق المشتركة في أوروبا حققت أكثر من ذلك. فقد طورت مفهوماً شاملاً لتقديم الشهادة بغرض:

- تطوير هياكل شفافة ومتوافقة لتقديم الشهادة، والاختبار وتأمين النوعية وكذلك منظومات التصديق.

- حماية جدارة المصنعين، معامل/ منظمات الاختبار - تقديم الشهادة. ونشر قياسيات أوروبية معينة.
- إتاحة المعلومات حول القياسيات.
- تطوير مفاهيم تنظيمية للاعتراف المتبادل بنتائج الاختبار ليس فقط بمعرفة معهد القياسيات الأوروبية المشترك بل أيضاً من خلال تشريعات المجموعة.

وتم إعداد توجيه بتأسيس، بموجب قانون أوروبي، علامة CE والمنتج الذي يتم اختباره ومنحه العلامة طبقاً لذلك سيعطي شهادة بالمطابقة لجميع المتطلبات الفنية ذات العلاقة المقررة بموجب واحد أو أكثر من توجيهات المجموعة، والمعمل الذي يصدر علامة CE ينبغي أن يؤكد أن جميع التوجيهات المعنية قد أخذت في الحسبان.

ومن المفهوم أن علامات النوعية القومية يمكن أن تظل قائمة إلى جانب علامة CE. وكذلك الأمر بالنسبة لعلامات المطابقة القومية، وكان قصد اللجنة واضحاً. إن أوروبا سيكون لها تشريع سلامة مشترك يقرر مستوى عالي لسلامة ونوعية المنتج. ويشمل هذا التوجه أيضاً تقديم شهادة معامل الاختبار في منظومة تصديق تتحاشى أن يخوض منتَج تم اختياره فعلاً في بلد عضو، الاختبار نفسه مرة أخرى. ومن بين الإجراءات التي يختارها المصنع هي مثلاً موافقة من نوع موافقة المجموعة EEC-type-approval زائد إعلان المصنع، وتفتيش إنتاج، ومنظومات تأمين نوعية معتمدة وكذلك شهادات مطابقة لمعامل اختبار مستقلة.

وجميع هذه الأنشطة للاختبار والاعتماد ينبغي أن تؤدي في أحد بلدان المجموعة الأوروبية. ولما كان من الصعب تحميل هيئة أوروبية بجميع هذه المهام فإن الإدارة الذاتية للصناعة، ومنظمات القياسيات القومية والإقليمية ستساهم في هذا النشاط. وقد نشرت عدة مواصفات EN لتشكل أساساً لمنظومة أوروبية عريضة لإجراءات الاختبار القومية وهيئات الاعتماد.

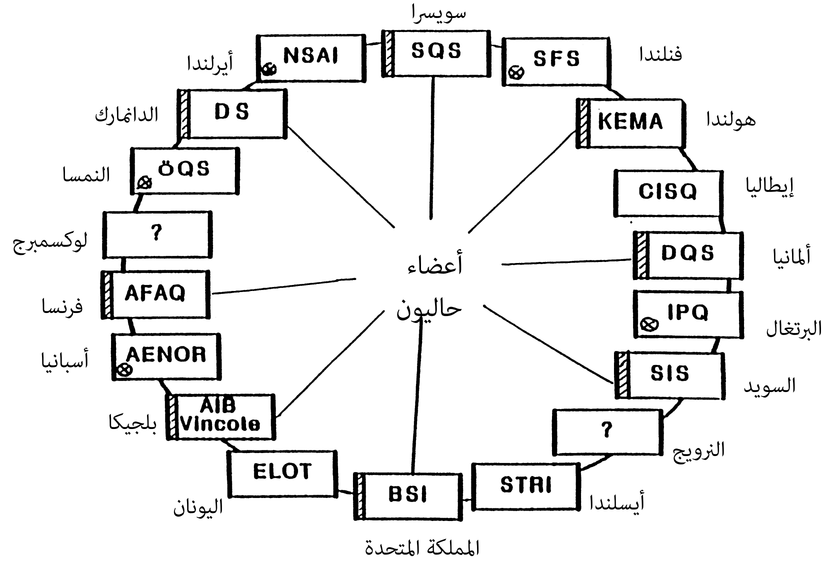
9821- سلسلة EN 45000

فيما يلي بعض المعايير الخاصة بسلسلة EN 45000:

- معايير عامة لتشغيل معامل الاختبار EN 45001.
- معايير عامة لتقييم معامل الاختبار EN 45002.
- معايير عامة لهيئات اعتماد المعمل EN 45003.
- معايير عامة لهيئات إعطاء شهادات المنتج EN 450011.
- معايير عامة لاعتماد هيئات إعطاء شهادات منظومات نوعية EN 45012.
- معايير عامة لاعتماد هيئات إعطاء شهادات للأفراد EN 45013.
- معايير عامة لتصريح المطابقة الخاصة بالموردين EN 45014.

9-8.2.2 شبكة أكنت Eqnet الأوروبية لمنظومة النوعية للتقييم وإعطاء الشهادة

يبين الرسم شبكة أكنت Eqnet الأوروبية لمنظومة النوعية للتقييم وإعطاء الشهادة



شكل (9-3) شبكة إكنت Eqnet لمنظومة النوعية للتقييم وإعطاء الشهادة

9-8.2.3 سجل لويدز تأمين نوعية - شهادة موافقة

فيما يلي نموذج شهادة يعطيها سجل لويدر، تأمين نوعية لإحدى الشركات.

تأمين نوعية - سجل لويدذر
شهادة موافقة

هذه الشهادة تقر أن منظومة إدارة النوعية الخاصة بـ: شركة ....

قد تم تقييمها والموافقة عليها بمعرفة تأمين نوعية سجل لويدر المحدودة على أساس قياسيات تأمين النوعية الآتية (مثال)

BS 5750. PART2. 1987 ISO 9002-1987 EN 29002 – 1987 NS ISO 9002-1988 ANSI/ASQCQ 1992-1987

ومنظومة إدارة النوعية قابلة للتطبيق على (مثال).

- صناعة الصلب وصناعة منتجات الصلب المدرفلة.
- الألواح متعددة الطبقات، الشرائط المدرفلة على الساخن و/أو البارد.
- الألواح السمكية والخفيفة، غير المطلية أو المطلية بالمعدن.
- وأنواع الصلب غير الكهربائية.

وهذه الموافقة خاضعة لمحافظة الشركة على المنظومة الخاصة بها بالنسبة للقياسيات المطلوبة وسيتم طباعتها بمعرفة « تأمين نوعية - سجل لويدز»

تمت الموافقة تاريخ الصدور

شهادة رقم تاريخ الانتهاء

عن سجل لويدز - تأمين النوعية

إمضـاء

ملحق (9-1)

مستخرجات من وثيقة أيزو 8402 (ISO 8402)

9-11 مقدمـة

إن هذا التقييس الدولي تم تطويره أولاً بغربلة قياسيات ونشرات النوعية القائمة بغرض تحديد مصطلحات النوعية التي تُضمَّن، وبعد ذلك وضع تعاريف.

وكثير من المصطلحات المستخدمة في هذه النشرات لها معاني وتطبيقات معينة بدلاً من التعريفات العامة الموجودة في القواميس. وتبعاً لذلك فإن المستهدف أن تستخدم التعريفات المحتواة في التقييس الدولي لتحسين الاتصالات والتفاهم. وقد وجد أيضاً أنه من الضروري تعريف بعض المصطلحات العامة لتوضيح استخدامها في مجال النوعية.

وللمصطلحات المعرّفة في هذا التقييس العالمي تطبيق مباشر فيما يتعلق بالسلاسل الآتية للقياسيات الدولية لمنظومات النوعية:

- أيزو 9000 عملية إدارة النوعية وتأمين النوعية – خطوط إرشادية للاختيار والاستخدام.
- أيزو 9001 منظومات نوعية- نموذج لتأمين نوعية تصميم/ تطوير، إنتاج، تركيب، تقديم خدمة.
- أيزو 9002 منظومات نوعية – نموذج لتأمين نوعية إنتاج وتركيب.
- أيزو 9003 منظومات نوعية – نموذج لتأمين نوعية تفتيش نهائي واختبار.
- أيزو 9004 عناصر عملية إدارة نوعية ومنظومة نوعية – خطوط إرشادية.

9-11.1 نطاق ومجال التطبيق:

هذا التقييس الدولي يعرِّف المصطلحات الأساسية والرئيسية التي تتعلق بمفاهيم

النوعية، كما تطبق على المنتجات والخدمات، لتحضير واستخدام قياسيات النوعية وللفهم المتبادل في الاتصالات الدولية.

9-11.2 المرجـع

نشرة اللجنة الإلكترونية الدولية international electronic 271 commission قائمة مصطلحات أساسية، تعريفات ورياضيات الاعتمادية ذات العلاقة.

9-12 المصطلحات والتعريفات

في هذا القياس الدولي ما لم ينص على «منتَج» أو «خدمة» بطريقة أخرى فإنه قد يكون:

- نتيجة أنشطة أو عمليات (منتَج ملموس، منتَج غير ملموس مثل خدمة برنامج حسوب، تصميم، تعليمات استخدام).
- نشاط أو عملية (مثل تقديم خدمة أو تنفيذ عملية إنتاج).

9-12.1 نوعيـة

وحدة متكاملة لسمات وخصائص منتَج أو خدمة تؤثر على قدرته على إشباع حاجات منصوص عليها أو مفهومة ضمنياً.

ملاحظات:

1- في بيئة تعاقدية، توصف الحاجات، بينما في بيئات أخرى ينبغي أن يعيَّن نوع الحاجات الضمنية ويتم تعريفها.

2- في حالات كثيرة، يمكن أن تتغير الحاجات بمرور الوقت، الأمر الذي ينطوي على مراجعة دورية للمواصفات.

3- تترجم الحاجات عادة إلى سمات وخصائص بمعايير موصفة، والحاجات قد تتضمن مجالات: قابلية للاستخدام، سلامة، إتاحة، اعتمادية، قابلية للصيانة، اقتصادية، وبيئية.

4- مصطلح «نوعية» لا يستخدم للتعبير عن درجة امتياز بمعنى مقارن ولا يستخدم بمعنى كمي للتقييم الفني. في هذه الحالات يستخدم وصفاً نوعياً qualifying adjective فمثلاً يمكن استخدام المصطلحات الآتية:

- نوعية نسبية عندما يتم ترتيب المنتجات أو الخدمات على أساس نسبي في «درجة الامتياز» أو في «المقارنة».
- مستوى نوعية وقياس نوعية عندما تجري تقييمات فنية دقيقة بمعنى كمي.

5- تتأثر نوعية منتج أو خدمة بمراحل أنشطة متفاعلة مثل التصميم، تشغيل وصيانة إنتاج أو خدمة.

6- إن الإنجاز الاقتصادي لنوعية مرضية يتضمن جميع مراحل أنشطة النوعية (لولب النوعية) ككل. والمساهمة في النوعية للمراحل المختلفة في أنشطة النوعية (لولب النوعية) يُعين نوعها أحياناً بشكل منفصل للتركيز عليها. والنوعية المعزوة للتصميم والنوعية المعزوة للتنفيذ هما مثالان لذلك.

7- في بعض مصادر المراجع، يشار للنوعية بصلاحية للاستخدام Fitness for use أو رضاء العميل customer satisfaction أو مطابقة للمتطلبات conformance to requirements. ونظراً لأن هذه التعابير تمثل فقط واجهات معينة للنوعية فإن الأمر عادة يحتاج إلى تفسيرات أكمل تؤدي في آخر الأمر إلى المفهوم الذي سبقه تعريفه.

9-12.2 مرتبة grade مبين لطبقة category أو لرتبة rank

فيما يتعلق بالسمات أو الخصائص التي تغطي مجموعات حاجات مختلفة للمنتجات أو الخدمات المطلوبة لنفس الاستخدام الوظيفي.

ملاحظات

1- تعكس المرتبة اختلافاً مخططاً في المتطلبات أو إذا لم يكن مخططاً، اختلافاً معترفاً به. ويكون التركيز على الاستخدام الوظيفي/ علاقة التكلفة.

2- السلعة ذات المرتبة العالية قد تكون من نوعية غير كافية بالنسبة لإشباع حاجات والعكس صحيح، مثلاً، فندق فاخر بخدمة سيئة أو بيت ضيافة صغير بخدمة ممتازة.

عندما يشار إلى المرتبة رقمياً، فمن المتعارف عليه أن ترقم أعلى مرتبة بالرقم 1 يليها 2، 3، 4 ... الخ. وعندما يشار إلى المرتبة بنقاط مثل النجوم، يعطي عادة أقل عدد من النقاط أو النجوم لأدنى مرتبة.

9-12.3 أنشوطة نوعية Quality loop لولب نوعية Quality spiral

نموذج مفاهيمي لأنشطة متفاعلة تؤثر على نوعية منتَج أو خدمة في المراحل المتعددة التي تمتد من التعرف على الحاجات إلى تقييم ما إذا كانت هذه الحاجات قد أُشبعت.

9-12.4 سياسة نوعية

الأغراض العامة للنوعية والتوجه الخاصان بمنشأة ما فيما يتعلق بالنوعية، كما يعبر عنها رسمياً بمعرفة الإدارة العليا

ملاحظة

تشكل سياسة النوعية عنصراً واحداً لسياسة المنشأة وتُقَّر بمعرفة الإدارة العليا.

9-12.5 عملية إدارة النوعية Quality management

تلك الناحية من نواحي وظيفة الإدارة الشاملة التي تحدد وتنفذ سياسة النوعية.

ملاحظات:

1- يحتاج التوصل للنوعية المطلوبة إلى أن يشارك ويساهم فيها جميع أفراد المنشأة بينما تتحمل الإدارة العليا مسئولية عملية إدارة النوعية.

2- تتضمن عملية إدارة النوعية التخطيط الاستراتيجي، تخصيص الموارد والأنشطة المنظمة الأخرى، للنوعية مثل التخطيط للنوعية والعمليات والتقييمات الخاصة بها.

9-12.6 تامين النوعية

جميع الإجراءات المخططة والمنظمة الضرورية لتوفير ثقة كافية بأن المنتَج أو الخدمة ستفي بمتطلبات معينة للنوعية.

ملاحظات:

1- إذا لم تعكس المتطلبات المعينة بالكامل حاجات المستخدم فإن تأمين النوعية لا يكون كاملاً.

2- عادة يحتاج تأمين النوعية للفعالية، إلى تقييم مستمر للعوامل التي تؤثر على كفاية ومناسبة التصميم أو المواصفات للتطبيقات المزمعة، وكذلك إثباتات ومراجعات للإنتاج، والتركيب وعمليات التفتيش. إن توفير الثقة قد ينطوي على استحداث إثبات.

3- في المنشأة يعمل تأمين النوعية كأداة للإدارة، وفي الحالات التعاقدية، يعمل تأمين النوعية أيضاً على توفير الثقة في المورد.

9-12.7 التحكم في النوعية quality control

الفنيات والأنشطة التشغيلية التي تستخدم في تحقيق المتطلبات للنوعية.

ملاحظات

1- لتحاشي اللبس، ينبغي الاعتناء بتضمين شرط تعديل modifying term عند الإشارة إلى مجموعة فرعية للتحكم في النوعية «التحكم في نوعية التصنيع» manufacturing quality control أو عند الإشارة إلى مفهوم أوسع مثل التحكم في النوعية على عبر المنشأة company wide quality control.

2- يتضمن تامين النوعية فنيات وأنشطة تشغيلية تهدف إلى تدبر أمر عملية ما، وإلى التخلص من أسباب الأداء غير المرضي في المراحل المعنية لأنشوطة النوعية (لولب النوعية) بفرض إنتاج فعالية اقتصادية.

9-12.8 منظومة نوعية quality system

الهيكل التنظيمي، المسئوليات، الإجراءات، العمليات والموارد لتنفيذ عملية إدارة النوعية.

ملاحظات

1- ينبغي أن تكون منظومة النوعية شاملة فقط بالقدر الذي يحتاج إليه الأمر للوفاء بأهداف التوعية.

2- لإغراض التعاقد والالتزام والتقييم، قد يحتاج الأمر لاستعراض عناصر متعارف عليها في المنظومة.

9-12.9 خطة نوعية:

وثيقة تقرر ممارسات وموارد وتتابع الأنشطة لنوعية معينة تتعلق بمنتج معين أو خدمة أو عقد أو مشروع.

9-12.10 مراجعة نوعية quality audit

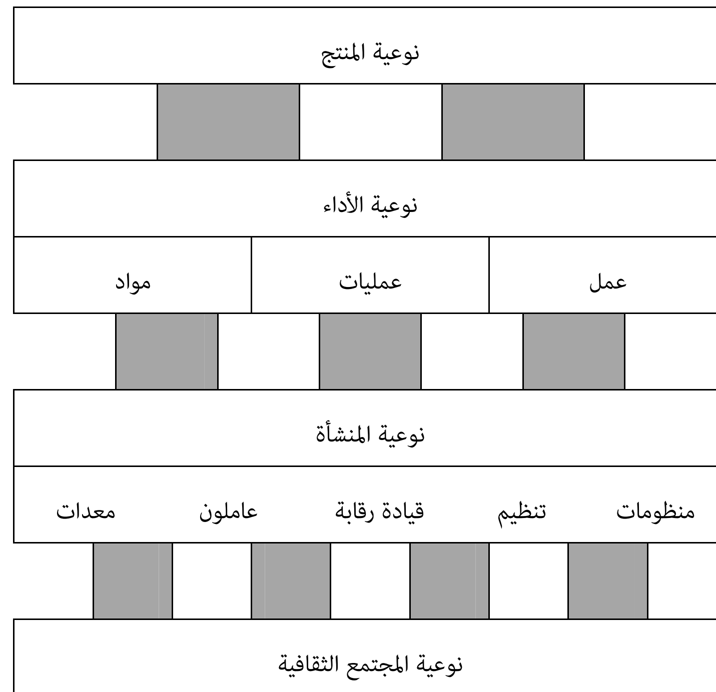
اختبار منتظم ومستقل لتحديد ما إذا كانت أنشطة النوعية والنتائج المتعلقة بها تتطابق مع الترتيبات المخططة، وما إذا كانت هذه الترتيبات تنفيذ بفعالية ومناسبة لتحقيق الأهداف.

ملاحظات

1- تطبق مراجعة النوعية تطبيقاً نموذجياً، ولكن ليس محدوداً، لمنظومة نوعية، أو عناصر منظومة. ومثل هذه المراجعات غالباً ما تسمى مراجعة منظومة نوعية quality system audit، مراجعة نوعية عملية أو معالجة process quality audit، مراجعة نوعية منتج product quality audit، مراجعة نوعية خدمة.

9-13 شروح تتعلق بالنوعية:

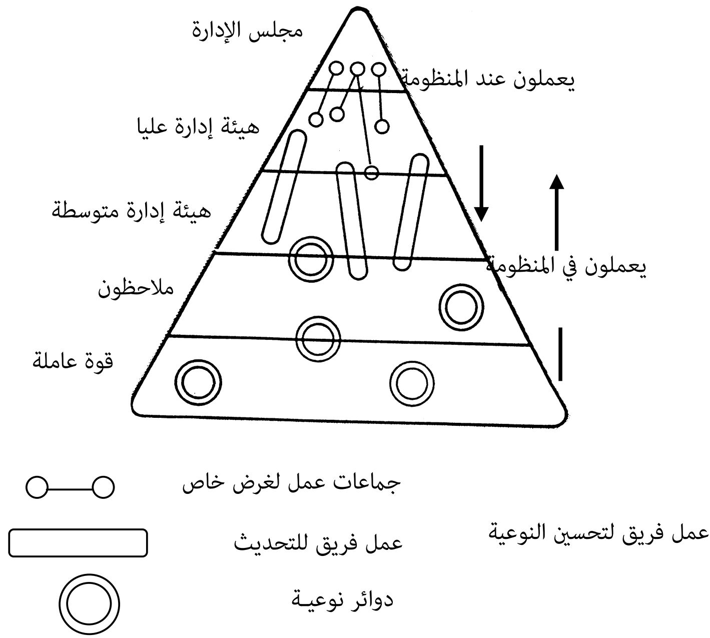
9-13.1 النوعية في كل مكان



شكل (9-4)

9-13.2 النوعية:

يعبر الشكل عن أن النوعية هي الشغل الشاغل للجميع في المنشأة.

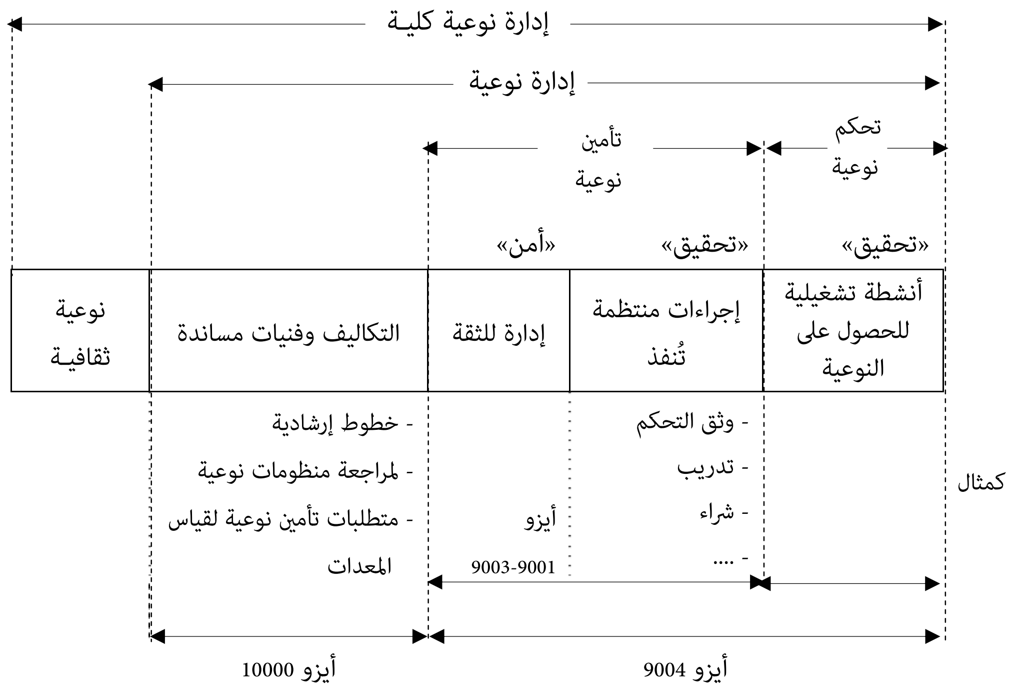


شكل (9-5)

9-14 إدارة النوعية الكلية Total Quality Management: مفاهيم عامة

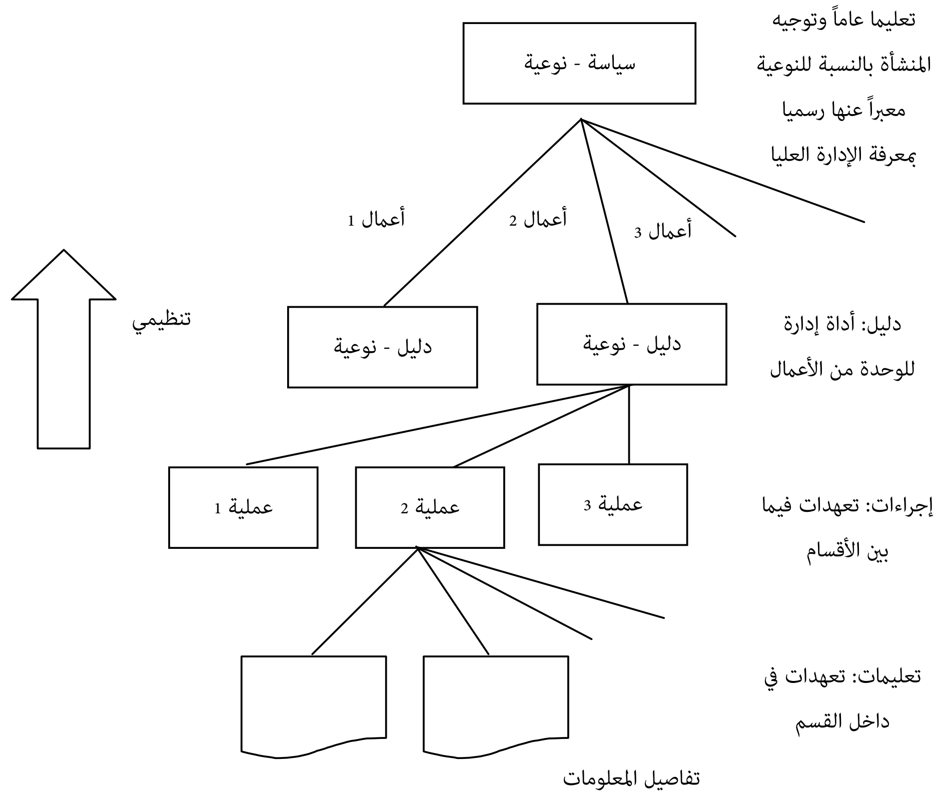
مدخل لإدارة منشأة يتركز حول النوعية، ويبني على مشاركة جميع أعضائها، ويهدف إلى نجاح لأمد بعيد من خلال إرضاء العميل، وتحقيق منافع لأعضاء المنشأة وللمجتمع.

9-14.1 عملية إدارة النوعية



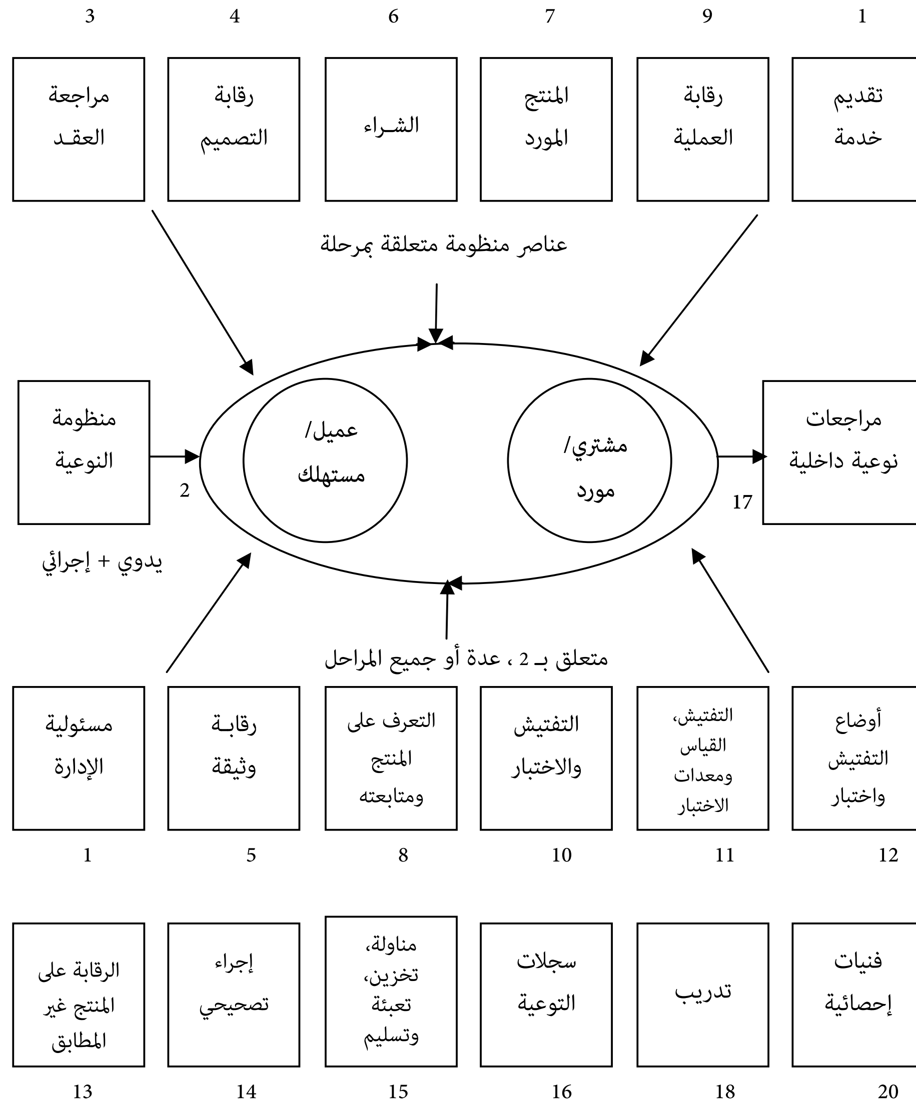
شكل (9-6)

9-14.2 هيكل بمستويات نوعية hierarchical structure وتوثيق المنوعات



شكل (9-7)

9-14.3 عناصر منظومة بنوعية / أنشوطة نوعية



شكل (9-8)

9-15 العناصر العشرون لمنظومة النوعية

(أ) الوصايا العشر الأولى

1- مسئولية الإدارة: على إدارتنا أن تحدد أهداف النوعية لشركتنا، وعليها أن تتعهد بمبادئ لكيفية تحقيق هذه الأهداف وأن تراجع استمرارية مناسبة وفعالية الأنشطة والمسئوليات المقررة.

2- منظومة النوعية: علينا أن نتحكم في جميع العوامل المؤثرة على النوعية بانتظام.

3- مراجعة العقد: علينا أن نوثق توقعات العميل بالكامل وبوضوح.

4- التحكم في التصميم: علينا أن نحول جميع متطلبات الأمر إلى مستندات تشغيل وشراء مناسبة.

5- التحكم في المستندات: علينا أن نوزع مستندات تشغيل حديثة لكل من يحتاجها في الوقت المناسب.

6- الشراء: علينا أن نتحقق من أن الموردين يعرفون ما نريد.

7- المنتج المورد: علينا أن نتحقق من نوعية المنتجات الموردة بمعرفة المشترين.

8- تعريف المنتج ومتابعته: علينا أن نتحقق من توفر تحكم خاص لعمليات الإنتاج والتفتيش الهامة.

9- التحكم في العملية: علينا أن نتحقق من توفر تحكم خاص لعمليات الإنتاج والتفتيش الهامة.

10- التفتيش والاختبار: علينا أن نراجع ما إذا كنا قد حققنا النتائج التي كافحنا من أجلها.

(ب) الوصايا العشر الثانيـة

11- التفتيش القياسي ومعدات الاختبار: علينا أن نعرف ونحافظ على دقة معدات القياس والاختبار.

12- أوضاع التفتيش والاختبار: عليا أن نكون قادرين في جميع الأوقات على التمييز بين الأصناف المختبرة وغير المختبرة.

13- التحكم في المنتج غير المطابق: إن عدم المطابقة يحدث علينا أن نظرها ونتخلص منها ولا نخفيها.

14- الإجراء التصميمي: علينا أن نكتشف الأسباب الجذرية لعدم المطابقة ونتخلص من الأسباب الكامنة لمنع تكرار حدوثها.

15- المناولة، التخزين – التعبئة والتسليم: علينا أن نمنع فساد المنتجات الجيدة.

16- سجلات النوعية: علينا أن نوثق المعلومات الأساسية وأن نعرف ما يجب الاحتفاظ به وأين نجده ومدة المحافظة عليه.

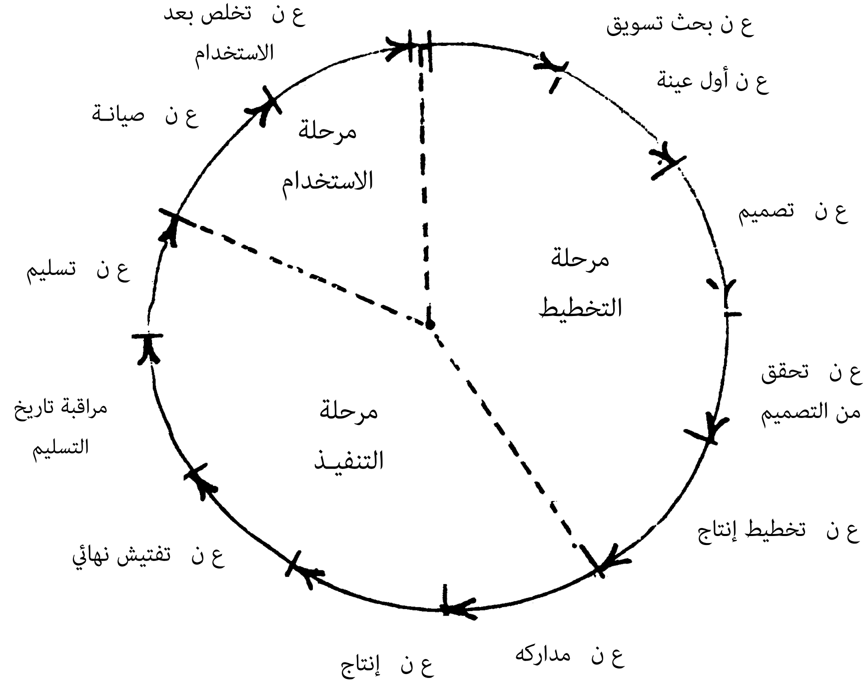
17- مراجعات النوعية الداخلية: علينا أن نراجع مطابقة أنشطة النوعية للترتيبات المخططة وفعالية منظومة النوعية.

18- التدريب: علينا أن نوفر تعليماً كافياً وتدريباً وخبرة.

19- تقديم الخدمة: إن منتجنا يجب أن يكون قابلاً للاعتماد عليه بعد التسليم أيضاً.

20- الفنيات الإحصائية: إن الوسائل الإحصائية ضرورية للتخطيط الصحيح واستنباط نتائج صحيحة.

9-16 أنشوطة النوعية لمنتج (دين DIN 55 350 قسم 11)



شكل (9-9)

والنوعية تكون متأثرة أو مؤثرة في جميع المراحل، ولذلك:

- تأخذ إدارة النوعية في الحسبان جميع المراحل.
- وكذلك العناصر المؤثرة على النوعية الإضافية التي لا تقع مباشرة في إحدى المراحل المذكورة مثل:

- التفتيش، القياس ومعدات الاختبار.
- التعريف بالمنتج ومتابعته.
- التحكم في المنتجات غير المطابقة.
- الإجراء التصحيحي.

9-17 المشاركة الأساسية في مسئوليات إدارة النوعية

الإدارة العليا

- إصدار، تنفيذ سياسة النوعية.
- الموافقة على تنفيذ منظومة النوعية.
- مراجعة الإدارة.

ممثل هيئة الإدارة

- اقتراح صياغة النوعية.
- تخطيط ومستندات منظومة النوعية (دليل النوعية، جزء من الإجراءات).
- تنسيق/ تعزيز/ مراجعة/ تقارير منظومة النوعية (بما يؤمن تنفيذ والحفاظ على متطلبات مستوى إدارة النوعية)
- تعزيز أدوات نوعية حديثة.
- التدريب المتعلق بالنوعية.

قسم نوعية مستقبل

- تخطيط/ أداء/ مستندات بعض عناصر منظومة النوعية مثل: تخطيط نوعية – تفتيش نوعية (فيما يتعلق بالأجزاء الخاصة به) – الاستفهام ومراجعة أمر العميل فيما يتعلق بالنوعية – شهادات تفتيش واختبار – تحليل مشاكل نوعية.

الإدارة والموظفون

- تفاصيل دليل النوعية (الإجراءات والتعليمات).
- تنفيذ وظائف المنظمة طبقاً لكتب/ إجراءات/ تعليمات النوعية.
- التخلص من عدم المطابقة وتنفيذ إجراءات التصحيح.

9-17.1 التدقيق الأساسي للشراء:

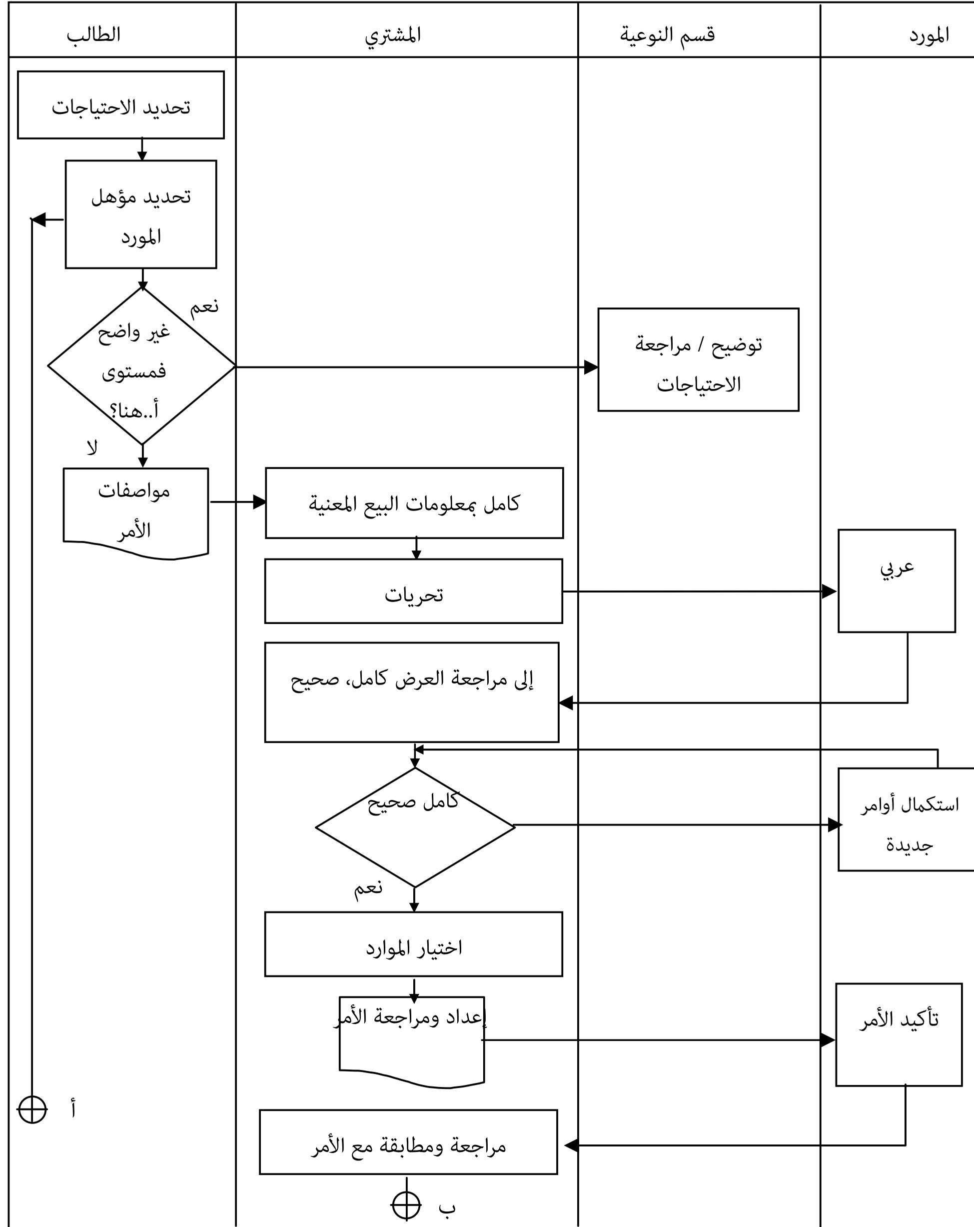
انظر شكل (9-10).

مفتاح الشكل:

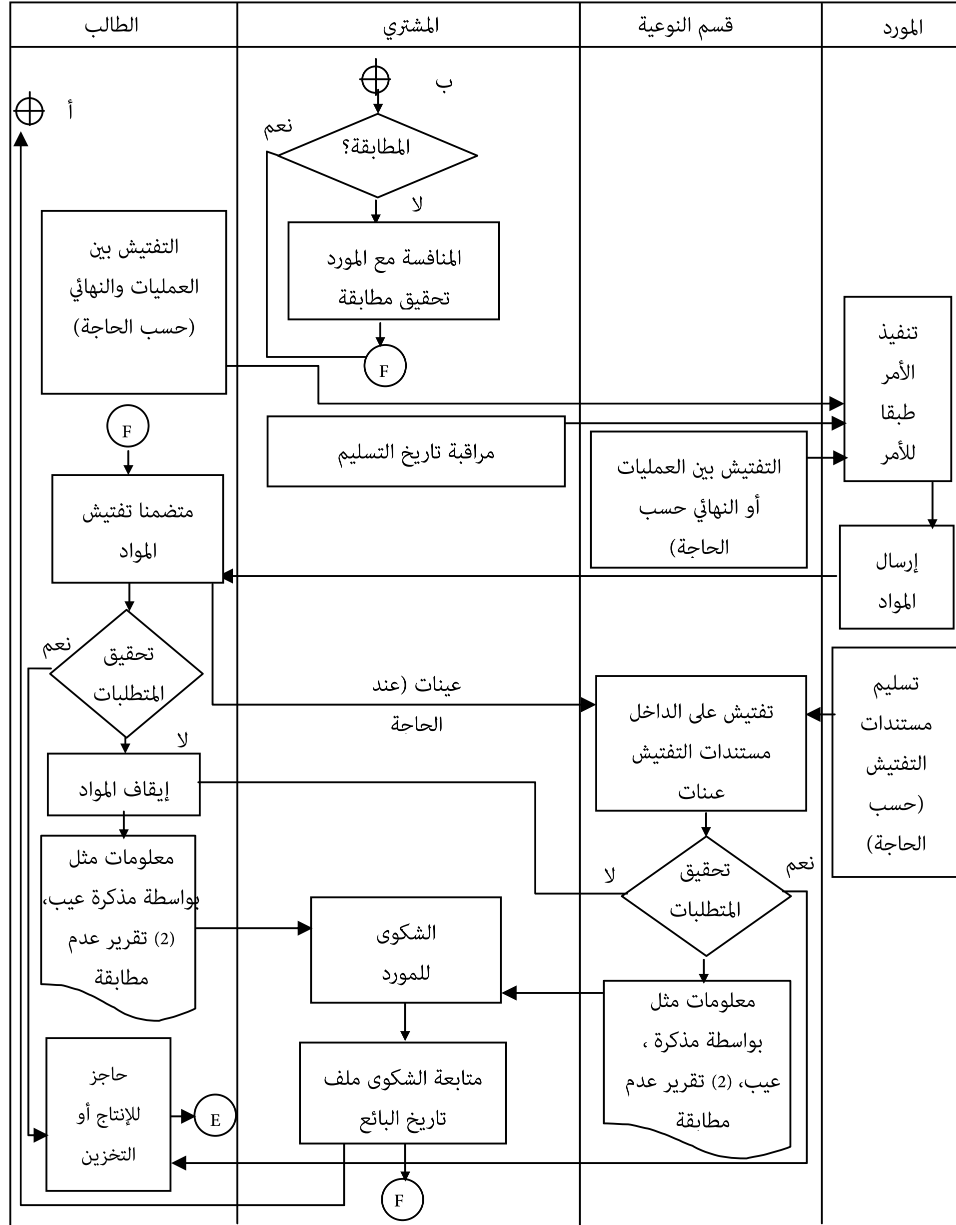
استشارة الطالب، عند الضرورة	1)
فقط	2)
انتهاء ...	E
ملف ...	F

9-17.2 التحكم في التفتيش، القياس ، معدات الاختبار:

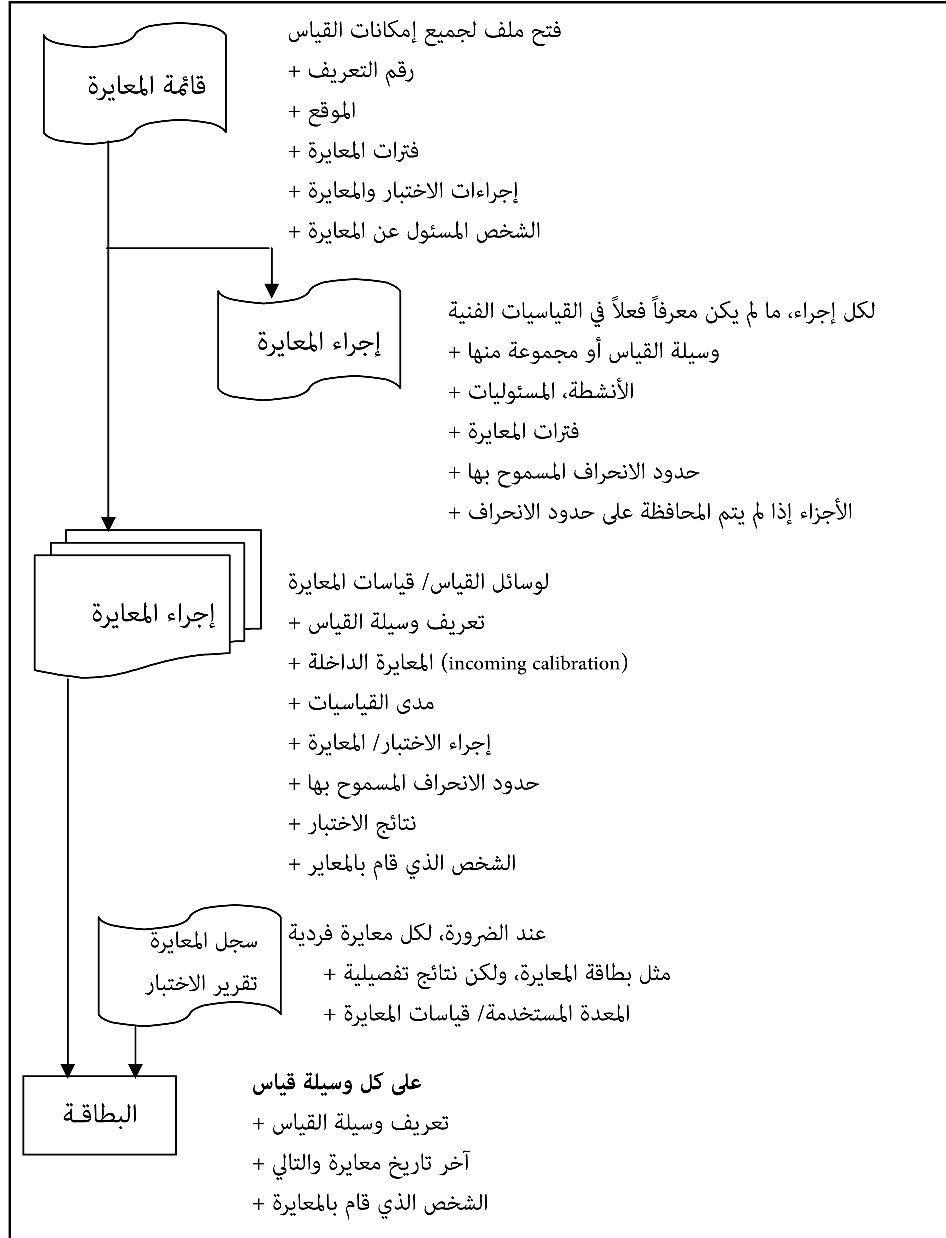
انظر شكل (9-11).


الطالب
المشتري
قسم النوعية
المورد
تحديد الاحتياجات
تحديد مؤهل المورد
نعم
غير واضح فمستوى أ..هنا؟
توضيح / مراجعة الاحتياجات
لا
مواصفات الأمر
كامل بمعلومات البيع المعنية
تحريات
عربي
إلى مراجعة العرض كامل، صحيح
كامل صحيح
استكمال أوامر جديدة
نعم
اختيار الموارد
إعداد ومراجعة الأمر
تأكيد الأمر
أ
مراجعة ومطابقة مع الأمر
ب

شكل (9-10)



تابع شكل (9-10) F ملف... E فقط 2 انتهاء عند الضرورة 1 **استشارة الطالب،**

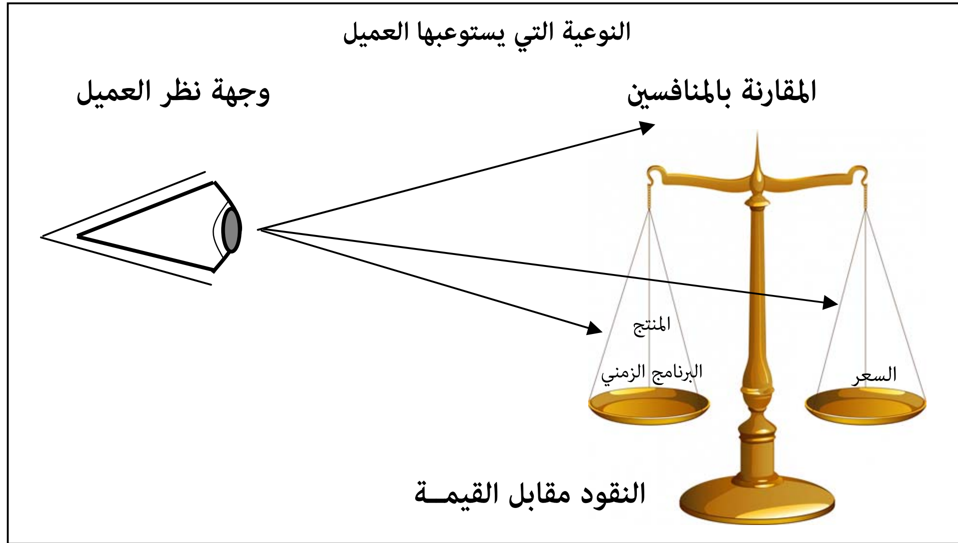

قائمة المعايرة
فتح ملف لجميع إمكانات القياس
رقم التعريف +
الموقع +
فترات المعايرة +
إجراءات الاختبار والمعايرة +
الشخص المسئول عن المعايرة +
إجراء المعايرة
لكل إجراء، ما لم يكن معرفاً فعلاً في القياسيات الفنية
وسيلة القياس أو مجموعة منها +
الأنشطة، المسئوليات +
فترات المعايرة +
حدود الانحراف المسموح بها +
الأجزاء إذا لم يتم المحافظة على حدود الانحراف +
إجراء المعايرة
لوسائل القياس/ قياسات المعايرة
تعريف وسيلة القياس +
المعايرة الداخلة (incoming calibration) +
مدى القياسيات +
إجراء الاختبار/ المعايرة +
حدود الانحراف المسموح بها +
نتائج الاختبار +
الشخص الذي قام بالمعاير +
سجل المعايرة
تقرير الاختبار
عند الضرورة، لكل معايرة فردية
مثل بطاقة المعايرة، ولكن نتائج تفصيلية +
المعدة المستخدمة/ قياسات المعايرة +
البطاقة
على كل وسيلة قياس
تعريف وسيلة القياس +
آخر تاريخ معايرة والتالي +
الشخص الذي قام بالمعايرة +

شكل (9-11)

9-18 مبادئ رئيسية

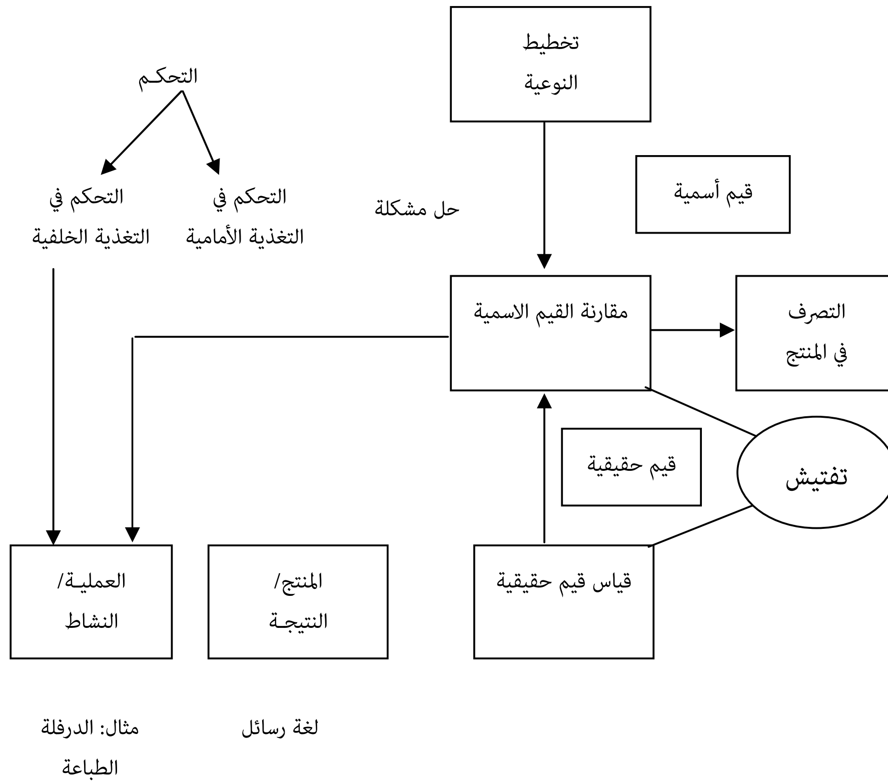
- إن العميل هو أهم أصل من أصول المنشأة وكل فرد فيها يخدم العميل.
- إن أهم مورد هو القدر الخلاقة ومعرفة القوة العاملة.
- إن جميع المنظومات والعمليات تظهر خاصية تغيير والإدارة الخاطئة للتغيير تؤدي إلى مستويات فقد عالمية، ونوعية أقل وتكلفة عالية.
- إن الأفراد يعملون في داخل منظومة. وينبغي أن يركزون على المنظومة لتحسينها بمساعدة الأفراد.
- لتحسين الناتج، ينبغي العمل لتحسين العملية.
- ينبغي أن تدار جهود التحسين وفقاً لخطة وليس لمجرد الدفع.
- ينبغي أن تبني القرارات والإجراءات على الحقائق والبيانات.

9-18.1 المطابقة للمتطلبات والتوقعات



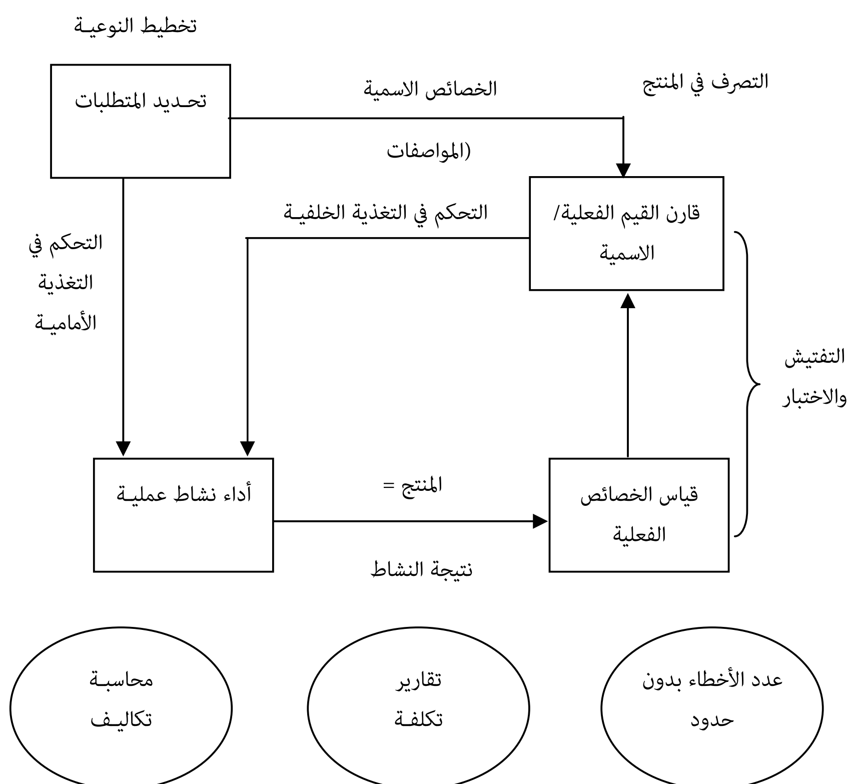
شكل (9-12)

9-18.2 التحكم في النوعية - التفتيش على النوعية



شكل (9-13)

9-18.3 أنشوطة التحكم في النوعية



شكل (9-14)

9-19 مكونات نوعية الخدمة

- تسليم «في الوقت بالضبط».
- وقت تسليم قصير/ مسافة قصيرة للتخزين.
- استجابة سريعة للاستفهام.
- معاونة فنية/ تقديم المشورة/ المساعدة في حل المشاكل.
- شهادات تفتيش سريعة وصحية/ تبادل بيانات إلكتروني Electronic data.
- تغيير به المنتج/ كونه كاملاً Completeness.
- قبول رغبات خاصة وطلبات خاصة بالنسبة للتعديلات.
- دعم مالي.
- شهادات – منظومة – نوعية/ استعراض إدارة نوعية كلية TQM خلق ثقة – اتفاقات – إدارة نوعية.

9-20 النوعية عامل نـجاح

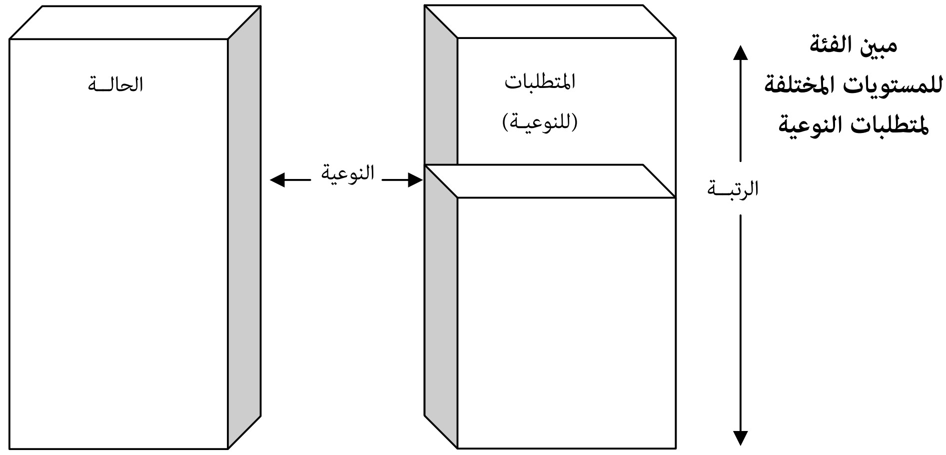
المعيار الحاسم بالنسبة للشراء أو عدم الشراء:

استيعاب العميل للقيمة مقابل النقود

أي نسبة المنفعة إلى السعر في ضوء المنافسة.

المنفع: نوعية – مرتبة/ درجة امتياز

9-20.1 مفهوم النوعية طبقا لـ EN28402

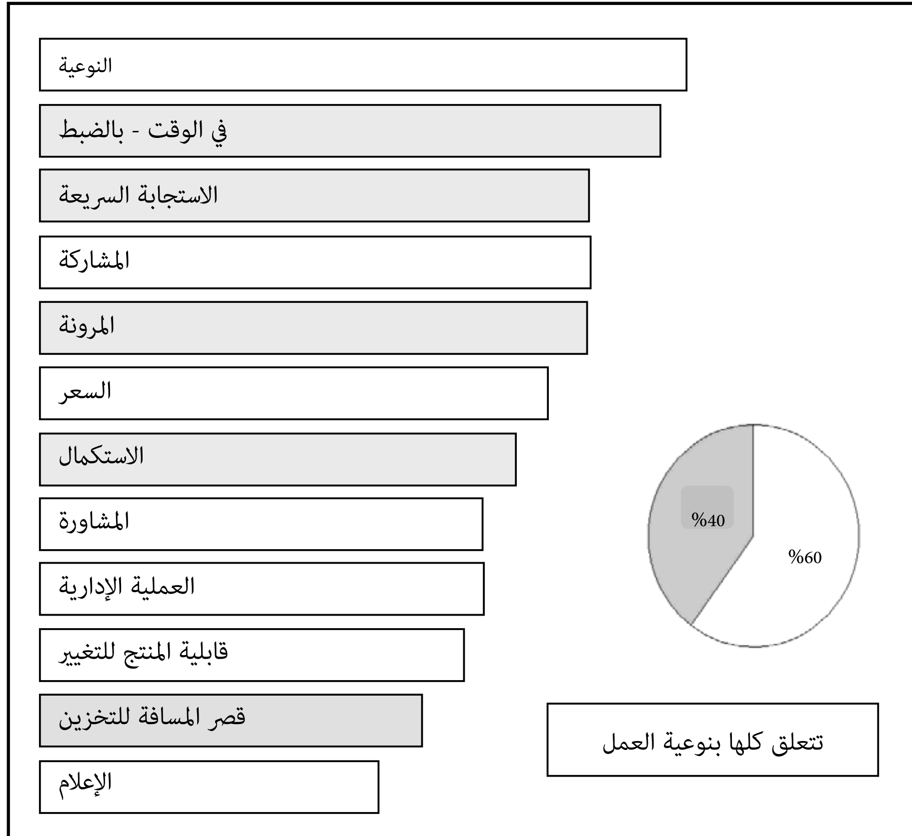


الحالة نفسها = نوعية مختلفة اعتماداً على متطلبات النوعية !

وأيضاً أحسن نوعية ممكنة برتبة أدنى

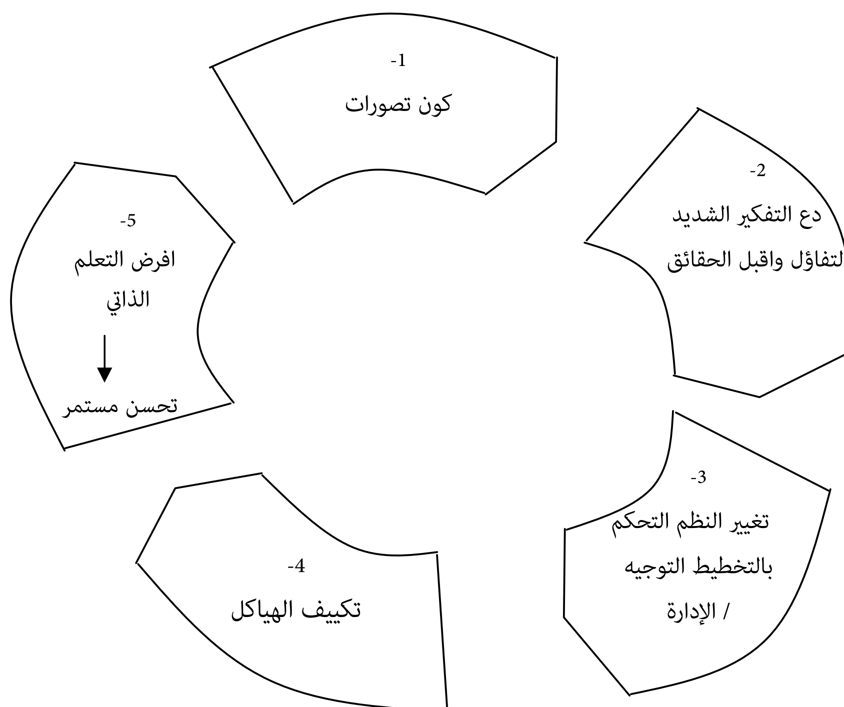
شكل (9-15)

9-20.2 ترتيب العوامل الحاكمة في اختيار الموردين بواسطة العملاء ذوي المتطلبات السوقية العالية



شكل (9-16)

9-20.3 الطريق إلى إدارة النوعية الكلية



شكل (9-17)

9-20.4 إدارة نوعية ← إدارة نوعية كلية

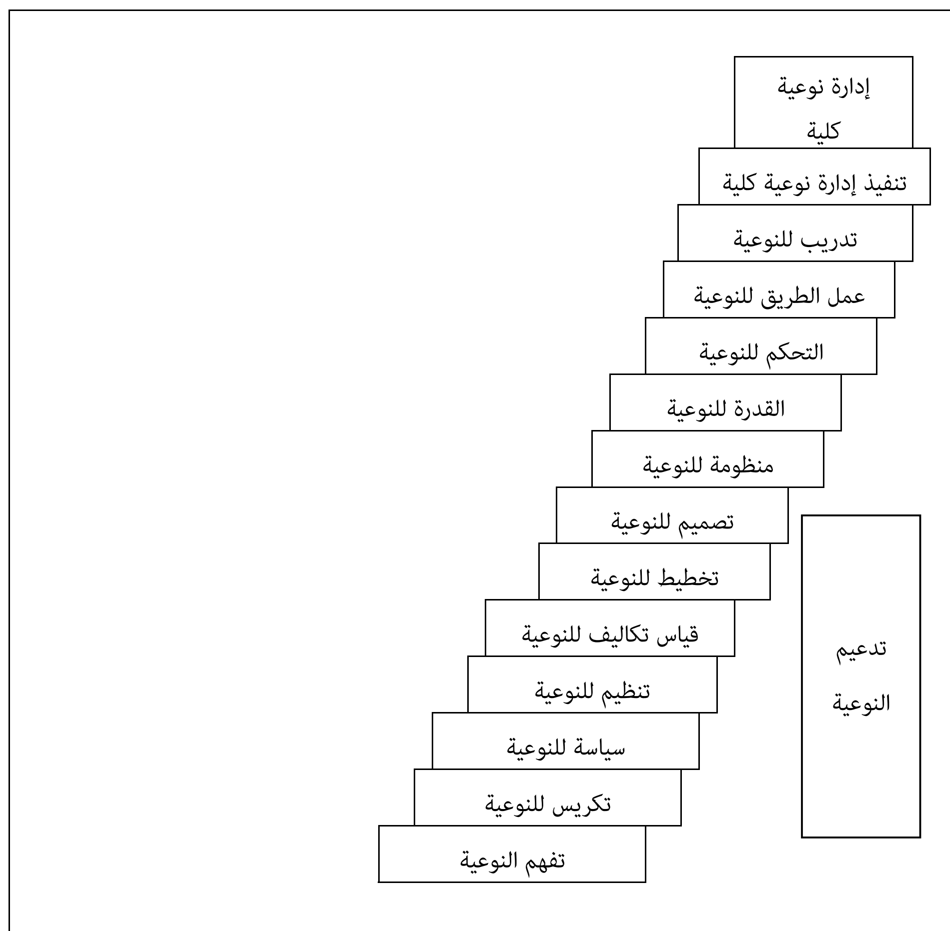
← إدارة نوعية كلية = إدارة نوعية +
إستراتيجية إدارة شاملة بعيدة المدى مركزة على النوعية
← مشاركة جميع أعضاء المنشأة
← فكرة النوعية تتعلق بتحقيق جميع أهداف الإدارة
متضمنة التكلفة والتسليم (بدون حدود ونوعية)
← تعليم ، تدريب
← «ثقافة» نوعية

شكل (9-18)

9-21 مقارنة بين استراتيجيات إدارة نوعية مختلفة

العنصر	دمينج Deming	جوران Juran	كروسبي Crosby	إيشيكاوا Ishikawa
دور القيادة العليا	القيادة المشتركة	متنوع	يجب أن تركز على عيوب	القيادة المشتركة
النطاق	جميع الأنشطة	المنتج	المنتج	جميع الأنشطة
تحفيز البرنامج	موقع منافس لمدى طويل	خفض تكلفة النوعية	خفض التكاليف	موقع منافس لمدى طويل
هدف البرنامج	تحسين الموقع التنافسي	أرباح قصيرة الفترة، نوعية الحياة	أرباح قصيرة الفترة	تحسين مستمر
طراز الإدارة	مشاركة	متنوع	سلطوي	مشاركة
استخدام الحوافز	لا يوجد	متنوع	اعتراف فردي	اعتراف بالمجموعة
هدف النوعية	عيوب صفر	تقليل تكلفة النوعية	عيوب صفر	عيوب صفر
تعريف النوعية	الانتظام حول هدف صحيح	الصلاحية للاستخدام	المطابقة للمواصفات	الانتظام حول هدف صحيح
اختيار المشروع	تحليل خطأ باريتو	تحليل تكلفة	تحليل تكلفة	تحليل تكلفة
كيفية قياس التحسين	قياسات مباشرة	تكلفة بيانات النوعية	تكلفة بيانات النوعية وقياس	قياسات مباشرة
دور قسم تحكم النوعية	عالي في البداية ثم يقل بعد ذلك	عالي جداً	متوسط	منخفض
دور العاملين	الصيانة والتحسين	قليل	قليل	الصيانة والتحسين
التركيز على تكلفة النوعية	منخفض	عالي جداً	متوسط	منخفض
التحليل الإحصائي	استخدام عالي بمعرفة الجميع	لهيئة الإدارة الأدنى	مختلط	استخدام عالي بمعرفة الجميع

9-21-1 الخطوات إلى إدارة نوعية كلية



شكل (9-19)

9-22 النوعية والتكاليف المتعلقة بها

- من الأمور الهامة قياس فعالية منظومة نوعية في ظروف مزاولة عمل.
- من الأمور الأساسية في إرساء تحسين مستمر CI برامج التحسين الداخلية.
- من الضروري/ السعي للسير في طريق إدارة نوعية كلية.

9-22-1 تعريف النوعية فيما يتعلق بالتكاليف

- تكاليف وقائية Preventive.
- جميع التكاليف الناتجة من أنشطة وقياسات مأخوذة في نطاق إدارة نوعية QM لمنع الفشل في جميع مجالات المنشأة.
- تكاليف الفشل Failure.
- تكاليف التقييم appraisal.
- جميع التكاليف الناتجة عن تفتيش النوعية.

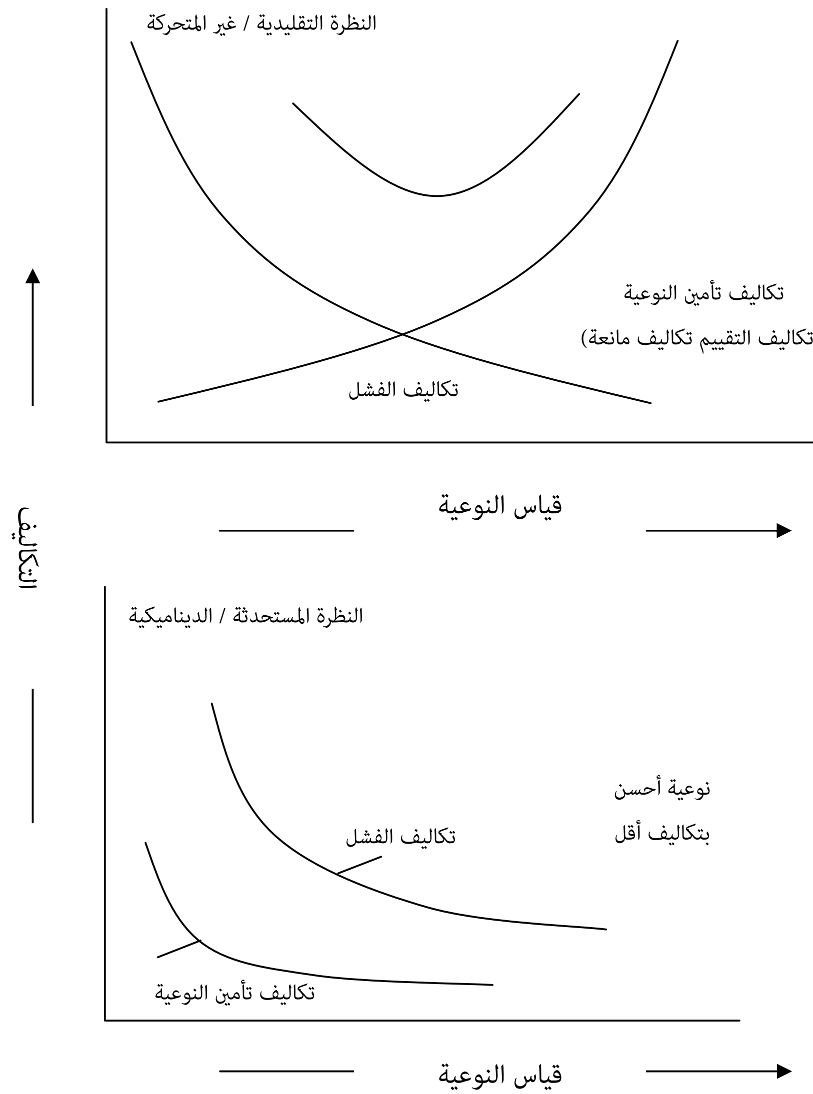
9-22-2 التكاليف المتعلقة بالنوعية

تكاليف النوعية

تكاليف فشل		تكاليف تقييم	تكاليف وقائية
خارجية	داخلية		
- خردة - إعادة تشغيل - ضمانة - مسئولية عن منتج - أخرى بسبب - عيوب خارجية	- خردة - إعادة تشغيل - انحرافات الكمية - إهلاك - فرز - إعادة تفتيش - تحليل مشكلة - وقت ضائع بسبب مشاكل نوعية	- تفتيش الاستلام - تفتيش فيما بين العمليات - تفتيش نهائي - تفتيش في الموقع - تفتيش قبول - تفتيش، معدات قياس واختيار - صيانة تفتيش، معدات قياس واختبار. - خبرات نوعية - اختبارات معملية - سجلات للنوعية - إجراءات واستثمارات أخرى لتفتيش النوعية	- تكاليف نوعية - تحري القدرة النوعية - تقييم ومساعدة المورد - تخطيط التفتيش - مراجعة النوعية - رئيس قسم التحكم في النوعية - تدريب إدارة النوعية - برامج تشجيع النوعية - مقارنة النوعية مع منافسين - إجراءات أخرى للوقاية من الفشل

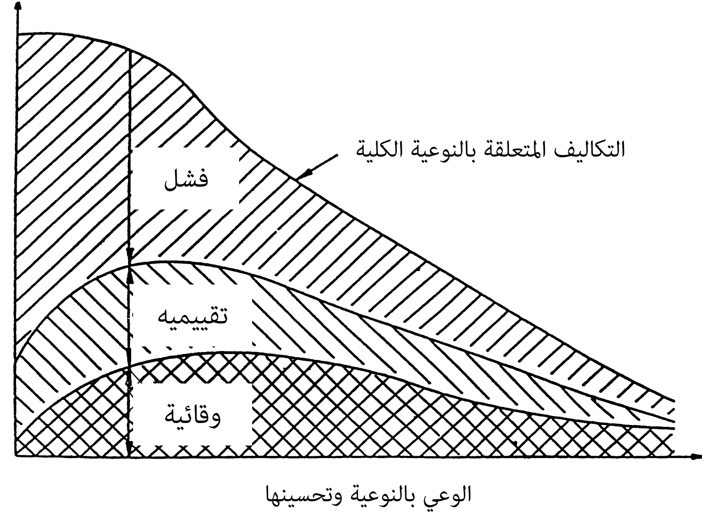
9-22-3 تأثير منظومة النوعية

9-22-4 النوعية والتكاليف



شكل (9-20)

9-22-5 زيادة الوعي والنوعية والتكاليف



شكل (9-21)

9-23 خصائص تحكم نوعية كلية

وقائية ← تخفيض تكلفة (برنامج تحسين نوعية QIP)

- أداء صحيح من أول مرة
- تحكم في العملية بدلاً من التفتيش

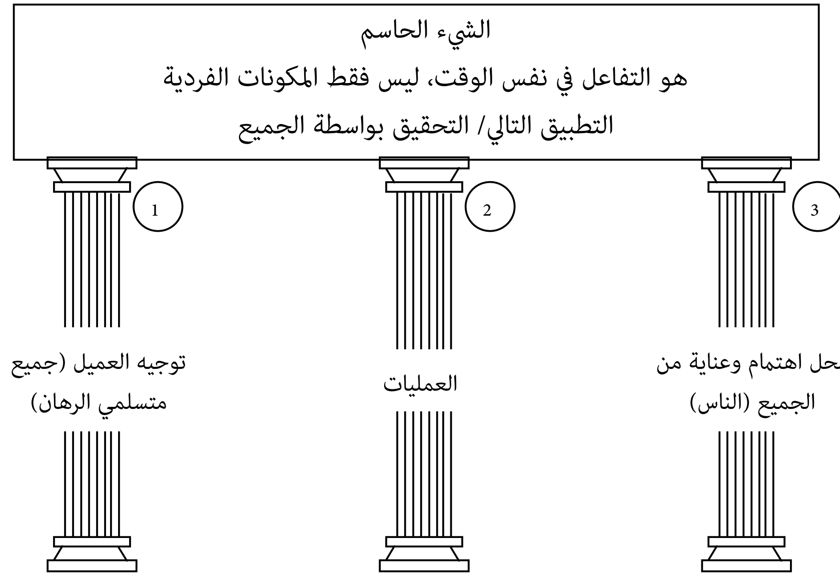
تكامليـة

- في المنشأة بأكملها
- التحكم في النوعية هو عمل كل فرد (من التسويق ← الخدمة)

تحكم في التكلفة

- القياس والضبط

9-23-1 أعمدة إدارة النوعية الكلية الثلاثة



شكل (9-22) أعمدة إدارة النوعية الكلية الثلاثة



شكل (9-23) العمود (1)



شكل (24-9) العمود (2)

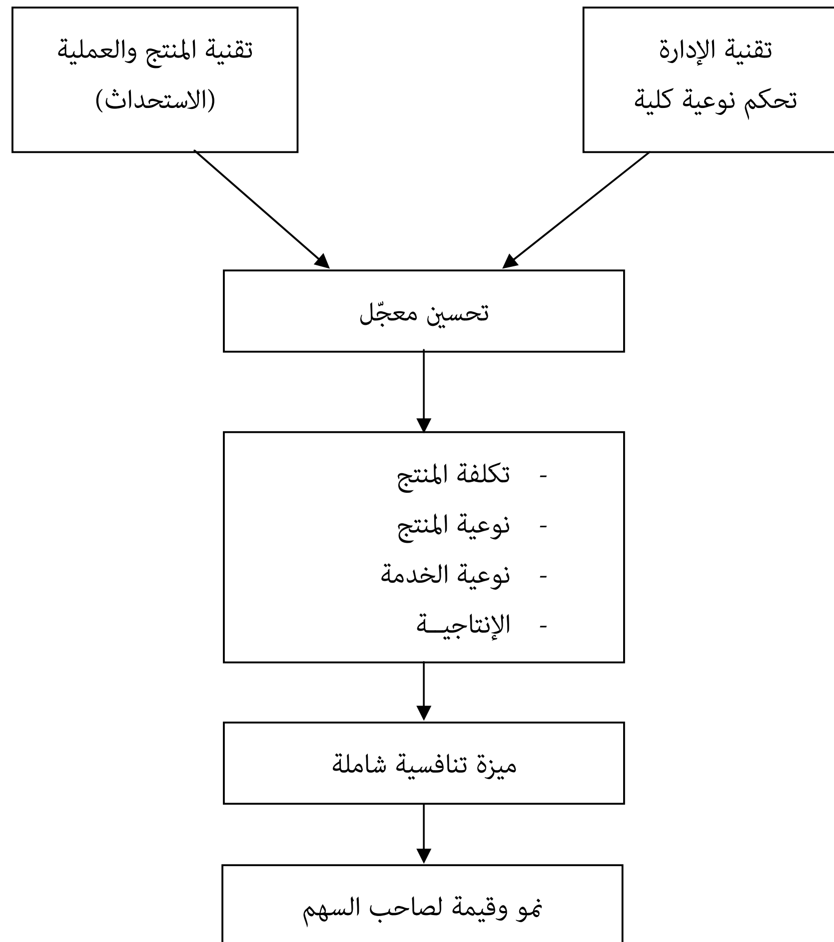


شكل (25-9) العمود (3)

9-24 الاتجاهات الشاملة

- تقابل تقنيات العملية/ المنتج.
- ستكون الخدمة والنوعية مفتاحاً التمييز التنافسي.
- اتجاه عالمي واسع نحو الإدارة المتوجهة نحو العميل والقائمة على النوعية.
- ستكون المطابقة لنوعية أيزو وقياسات منظومات الخدمة الخاصة بها متطلباً للتوريد للقطاعات الرئيسية.
- تزايد اعتراف الحكومات والاتحادات بأهمية التحكم في النوعية الكلية.
- تغيير مناهج منظومة التعليم لتشمل مفاهيم التحكم في النوعية الكلية في جميع التخصصات.
- تغييرات في العلاقات بين الموردين والعملاء.

9-24-1 تقنية الإدارة + تقنية العملية والمنتج

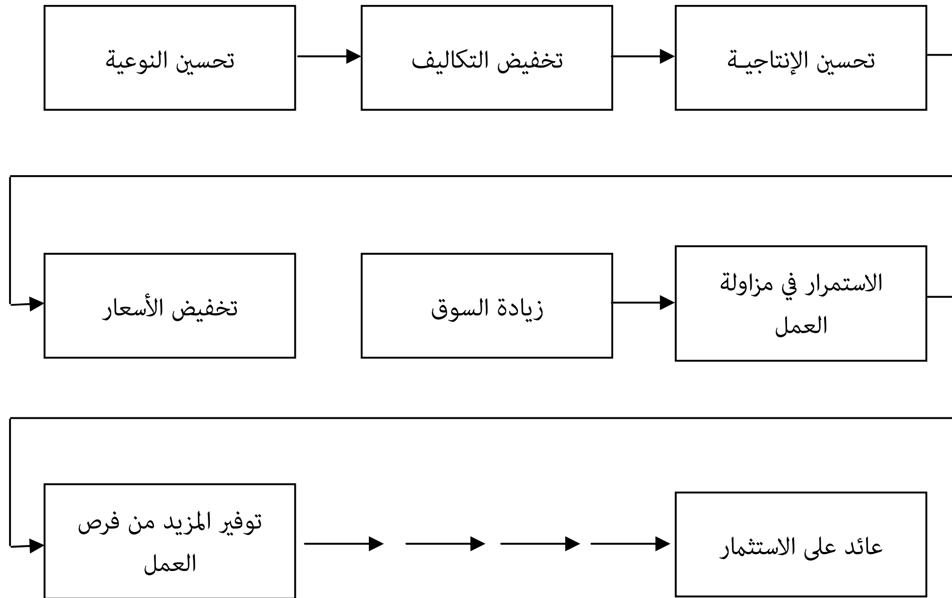


شكل (9-26)

9-25 تحسين النوعية Quality improvement (أيزو 8402)

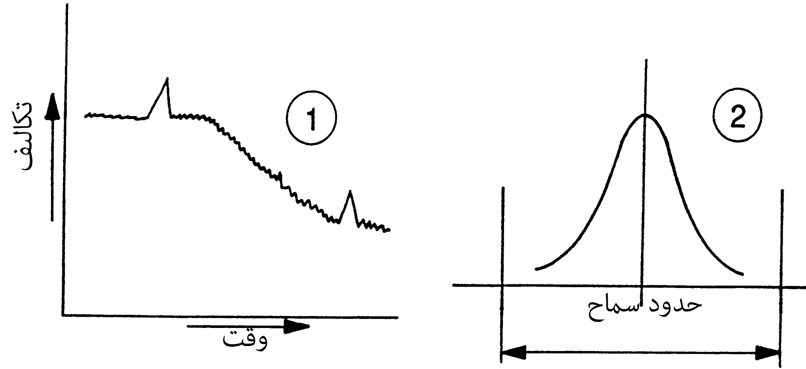
الإجراءات التي تتخذها المنشأة في أنحائها المختلفة لزيادة فعالية وكفاءة الأنشطة والعمليات لتحقيق منافع لكل من المنشأة وعملائها.

يبين الشكل ما يتفرع عن تحسين النوعية من نتائج.



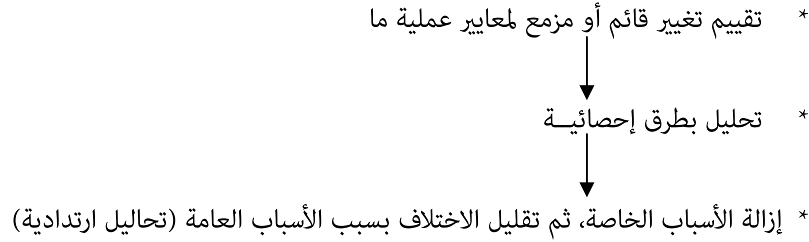
شكل (9-27)

9-25-1 يبين الشكل التحسين المستمر



(1) اختراقات منظمة ومنتظمة (برنامج تحسين نوعية، عمل فريق فيما بين الأقسام).

(2) تحسين نستمر للقدرة بواسطة التكرار مرة بعد أخرى !



شكل (9-28)

9-25-2 خصائص برنامج تحسين النوعية

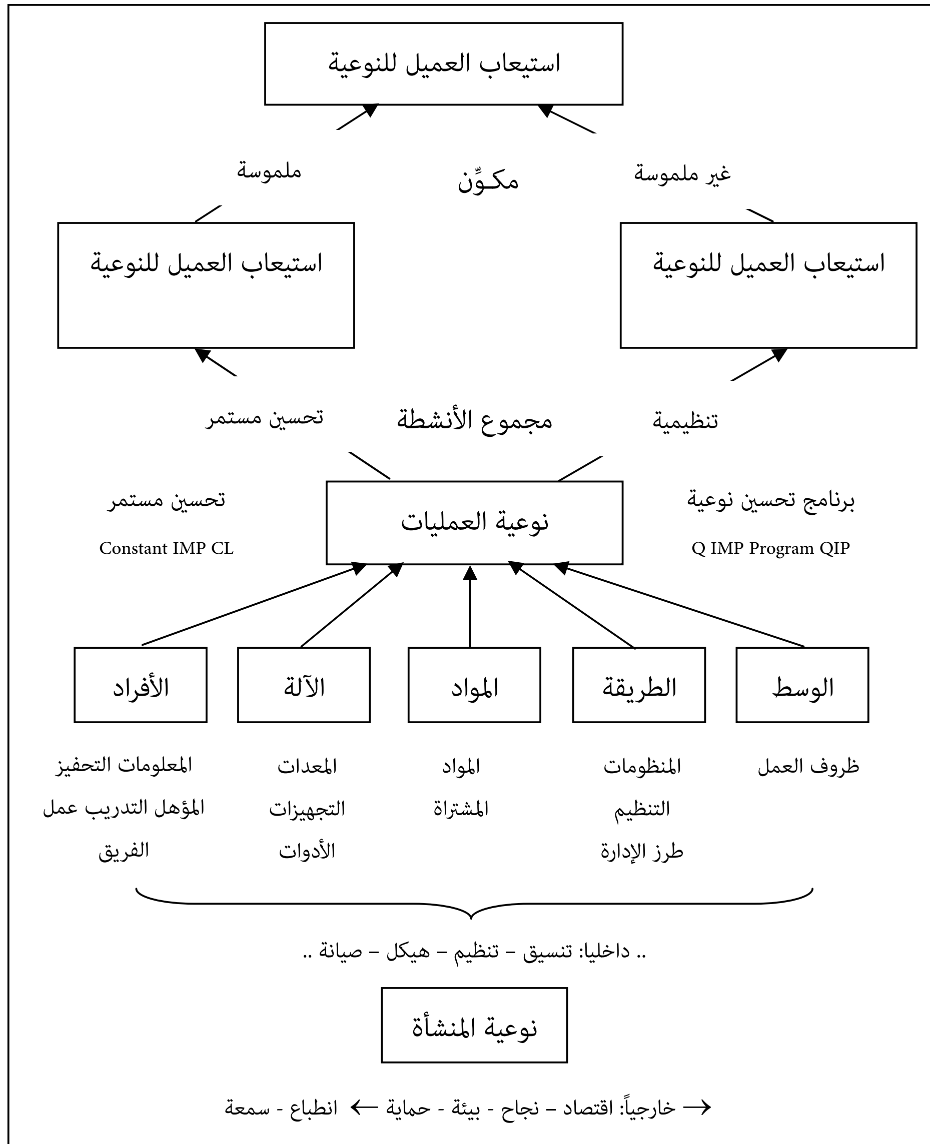
- عدم اقتصار الأمر على بضع مشروعات تحسين نوعية منفردة، ولكن برنامج منسق (QIP) للمنشأة بأكملها: نوعان (2) لتقرير برنامج تحسين نوعية.
- نقطة البدء لمشروع تحسين نوعية هي مستوى معين من العيوب/ تكاليف فشل، الذي ينبغي تقليله بالنسبة للأسبقية بالمقارنة مع حالات مماثلة.
- يتضمن الإجراء المنتظم (جوران) متضمنا:
  - عاملاً مساعداً للتسهيل/ تدريب.
  - عمل فريق فيما بين الإدارات.
  - برنامج زمني/ إدارة مشروع

9-25-3 تقارير برنامج تحسين النوعية

- تقدم المشـروع .. فريق واحد
- تقدم البرنامج كله .. جميع المشروعات
  + مجموع عدد المشروعات.
  + عدد المشروعات التي تتقدم.
  + عدد المشروعات التي توقفت بدون نجاح.
  + عدد المشروعات التي تمت بنجاح.

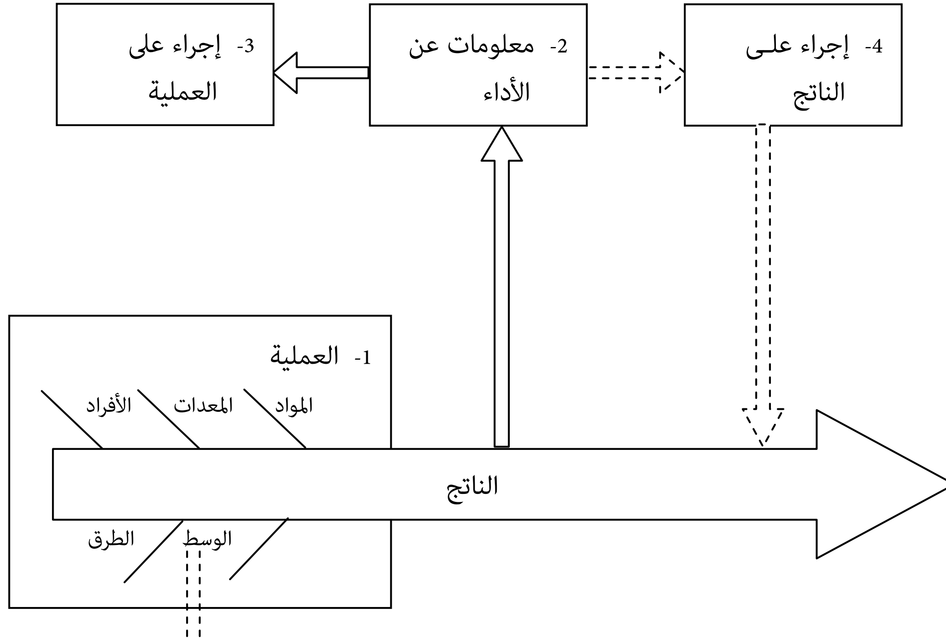
(تقارن النتيجة بالهدف بالنسبة للخاصية القابلة للقياس المتعلقة بالتكلفة)

9-25-4 يبين الشكل إدارة كلية نوعية - تفهم واسع النوعية



شكل (29-9)

9-25-5 برنامج تحسن النوعية (تحسين مستمر)



(الطريقة Method ، المواد Materials، الآلة Machine، الأفراد Men، الوسط Media) M5

شكل (9-30)

9-25.6 قياسات أيزو مكملة لسلسلة 9000

أيزو CD	9000-2	دليل لتنفيذ أيزو 9001، أيزو 9002، أيزو 9003
أيزو DIS	9000-3	أدلة لتطبيق أيزو 9001 للتطوير، توريد وصيانة البرمجيات
أيزو DIS	9000-2	أدلة للخدمات
أيزو DIS	9004-3	أدلة للمواد المشغلة Processed materials
أيزو CD	9004-4	JTCI دليل لتحسين النوعية أدلة تشكيل المنهجيات
أيزو	9004-x	أدلة لاقتصاديات النوعية
أيزو CD	9004-x	تأمين النوعية في إدارة المشروع
	9004-x	متطلبات تأمين النوعية لإدارة التشكيل Configuration Management
		أدلة لمراجعة منظومات النوعية
أيزو DIS	10011 teil 1	مراجعة
أيزو DIS	10011 teil 2	معايير التأهيل للمراجعين
أيزو DIS	10011 teil 3	برنامج
أيزو DIS	10012 - 1	متطلبات تأمين النوعية لمعدات القياس
أيزو CD	10013	أدلة لتنفيذ SPC
أيزو DIS	5725/1	الدقة (الصحة والضبط) لطرق القياس والنتائج
	5725/2	
	5725/3	
	5725/4	
دين/ IEC	56 (co) 148	أدلة لمراجعة التصميم الرسمي
دين/ EN	46001	متطلبات خاصة لتطبيق EN 29001 للأجهزة الطبية (الاعتمادية، الإتاحة، القابلية للصيانة)

ملحق (2-9)

المواصفات القياسية الدولية - الأيزو
(الخطوط الإرشادية للاختيار والاستعمال)

المحتويات

0- المقدمة

1- المجال ونطاق الاستخدام

2- المكونات

3- تعاريف

4- مفاهيم أساسية

5- الخواص المميزة لحالات نظام النوعية

6- أنواع المواصفات القياسية الدولية لأنظمة النوعية

7- استعمال المواصفات القياسية الدولية الخاصة بأنظمة النوعية لأغراض عملية إدارة النوعية

8- استعمال المواصفات القياسية الدولية الخاصة بأنظمة النوعية لأغراض التعاقد مرفق مصفوفة مرجعية لعناصر نظام النوعية

المواصفات القياسية لعملية إدارة وتأمين النوعية

دليل الاختيار والاستعمال

مقدمة

تعتبر نوعية المنتجات والخدمات عنصرًا رئيسيًا من عناصر أداء المنظمة. هناك اتجاه عالمي واضح نحو متطلبات نوعية أكثر صرامة من قبل المستهلك. لقد صاحب هذا الاتجاه إدراك متنامي بأن التحسين المستمر للنوعية غالبًا ما يشكل ضرورة لتحقيق أداء اقتصادي جيد والمحافظة عليه.

معظم المنظمات – الصناعية، التجارية أو الحكومية – تنتج منتجًا أو خدمة يقصد بها الإيفاء بحاجات أو متطلبات المستخدم. تتضمن «المواصفات» في الغالب مثل هذه المتطلبات. إلا أن المواصفات الفنية قد لا تؤمَّن بذاتها الإيفاء بمتطلبات المستخدم بصورة دائمة إذا حدثت أي نواقص في المواصفات أو في الهيكل التنظيمي الخاص بتصميم أو إنتاج المنتج أو الخدمة. وبناء عليه فإن ذلك أدى إلى تطوير مواصفات قياسية لنظام النوعية، وأدلة تكمل متطلبات المنتج أو الخدمة المعينة الموجودة في المواصفات الفنية. تعتبر سلسلة المواصفات القياسية الدولية (الأيزو 9000 إلى الأيزو 9004 داخلياً) تجسيدًا يبرر العديد من المحاولات القطرية في هذا المجال.

يتأثر نظام النوعية للمنشأة بأهداف التنظيم، بالمنتج أو الخدمة، وبالممارسات الخاصة بالمنشأة نفسها ولذلك يختلف نظام النوعية من منظمة لأخرى.

يعطي مرفق هذه المواصفة مصفوفة مرجعية لعناصر نظام النوعية لغرض المعلومات.

1- مجال نطاق الاستخدام

الغرض من هذه المواصفة القياسية الدولية هو ما يلي:

أ - إيضاح الفروق والعلاقات البينية بين المفاهيم الأساسية الرئيسية (انظر فقرة 4).

ب- تزويد إرشادات لاختيار واستعمال سلسلة من المواصفات القياسية الدولية حول أنظمة النوعية التي يمكن أن تستعمل لأغراض إدارة النوعية داخليًا (الأيزو 9004) ولأغراض تباين النوعية خارجيًا (الأيزو 9001، 9002، 9003) انظر الفقرات 8، 5 داخل).

ملاحظة: ليس من هدف سلسلة المواصفات الدولية هذه (الأيزو 9000 إلى الأيزو 9004 داخل) التوحيد القياسي لأنظمة النوعية المطبقة من قبل المنظمات.

2- المكونات

- الأيزو 8402 النوعية – مصطلحات.
- الأيزو 9001 أنظمة النوعية – نموذج لتأكيد النوعية عند التصميم، التطوير، الإنتاج، التركيب وتقديم الخدمات.
- الأيزو 9002 أنظمة النوعية – نموذج لتأمين النوعية عند الإنتاج والتركيب.
- الأيزو 9003 - أنظمة النوعية – نموذج لتأمين النوعية عند التفتيش والفحص النهائي.
- الأيزو 9004 عناصر إدارة النوعية ونظام النوعية – خطوط إرشادية.

3- تعاريف

تنطبق لأغراض هذه المواصفات القياسية الدولية التعاريف الواردة في مواصفة الأيزو 8402 أخذت خمسة مصطلحات وتعاريف أساسية من الأيزو 8402 اشتملتها

هذه المواصفة القياسية الدولية نظرًا لأهميتها في الاستعمال المناسب لهذه المواصفة القياسية الدولية.

3-1 سياسة نوعية

الأهداف والاتجاهات العامة للمنظمة فيما يتعلق بالنوعية كما يعبر عنها رسميًا من قبل الإدارة العليا.

3-2 إدارة النوعية

ذلك الجزء من وظيفة الإدارة العامة الذي يعين ويطبق السياسة النوعية.

ملاحظات:

1- يتطلب بلوغ النوعية المرغوبة التزام ومشاركة جميع أعضاء المنظمة في الوقت الذي تعود فيه مسئولية إدارة النوعية إلى الإدارة العليا.

2- تشمل عملية إدارة النوعية التخطيط الاستراتيجي، تخصيص الموارد والفعاليات النظامية الأخرى للنوعية مثل تخطيط النوعية، العمل والتقييم.

3-3 نظام النوعية

الهيكل التنظيمي، المسئوليات، الطرق الإجرائية، العمليات والموارد اللازمة لتطبيق إدارة النوعية.

ملاحظات

1- يكون نظام النوعية واسعًا بالقدر الكافي لمواجهة الأهداف النوعية

2- ربما يتطلب الأغراض التعاقدية والرسمية والتقييمية، توضيح تطبيق العناصر المحددة في النظام.

3-4 التحكم في النوعية

التقنيات والفعاليات التشغيلية المستعملة للإيفاء بمتطلبات النوعية.

ملاحظات

1- لمنع الالتباس ينبغي مراعاة استعمال مصطلح معدل عند الإشارة إلى مجموعة فرعية من التحكم في النوعية مثل تحكم في النوعية عند الصنع أو عند الإشارة إلى مفهوم أوسع مثل التحكم في النوعية الشاملة في المنشأة.

2- تشمل التحكم في النوعية تقنيات عمل ووسائل عملية تهدف إلى كل من مراقبة العمليات وإلى إزالة مسببات الأداء غير المرضي في المراحل ذات العلاقة من أنشطة النوعية (لولب النوعية) وبما يحقق كفاءة اقتصادية.

3-5 تأمين النوعية

جميع الإجراءات المخططة والنظامية الضرورية لإعطاء الثقة المناسبة بأن المنتج أو الخدمة سوف تفي بمتطلبات النوعية المقررة.

ملاحظات

1- ما لم تعكس المتطلبات المحددة حاجات المستخدم فسوف لن يكون تأمين النوعية كاملاً.

2- حتى يكون تأمين النوعية فعالاً فإنه يتطلب عادة تقييم مستمر للعوامل التي تؤثر في ملائمة التصميم أو المواصفات للاستخدام المستهدف إضافة إلى عملية التحقيق والتدقيق المتعلقة بالإنتاج، التركيب والتفتيش. هذا ويمكن تقديم الدليل لتوفير الثقة.

3- يخدم تأمين النوعية داخل المنظمة كأداة لعملية الإدارة كما أن تأمين النوعية في حالات التعاقد يعمل على توفير الثقة في المورد.

4- مفاهيم أساسية

تسعى المنشأة إلى تحقيق الأهداف الثلاثة التالية المتعلقة بالنوعية:

أ - تحقيق نوعية المنتوج أو الخدمة بما يلبي باستمرار حاجات المستهلك.

ب- توفير الثقة لدى إدارة المنشأة بالنسبة لتحقيق النوعية المقررة والمحافظة عليها.

ج- توفير الثقة لدى المشتري بأن النوعية المقررة قد تحققت أو سوف تتحقق في المنتجات المجهزة والخدمات المقدمة وعندما ينص العقد على شرط الثقة، فإن هذا الشرط يمكن أن يتضمن إثباتًا عمليًا للشروط المتفق عليها.

العلاقة بين المفاهيم التي وردت تعاريفها بالفقرة 3 مبينة في الشكل (932) ومع ذلك يجب ألا يفسر الشكل على أنه نموذج جامد.

5- الخواص المميزة لحالتي نظام النوعية

إن القصد من سلسلة المواصفات القياسية الدولية الخاصة بأنظمة النوعية هو استعمالها في حالتين مختلفتين تعاقدية وغير تعاقدية.

تريد المنشأة الموردة في كلتا الحالتين وضع وإدامة نظام نوعية يعمل على تقوية وضعها في المنافسة وتحقيق نوعية المنتجات المطلوبة بطريقة اقتصادية فعالة.

ملاحظات

1- يبين المرفق العناصر التي تشكل نظام النوعية.

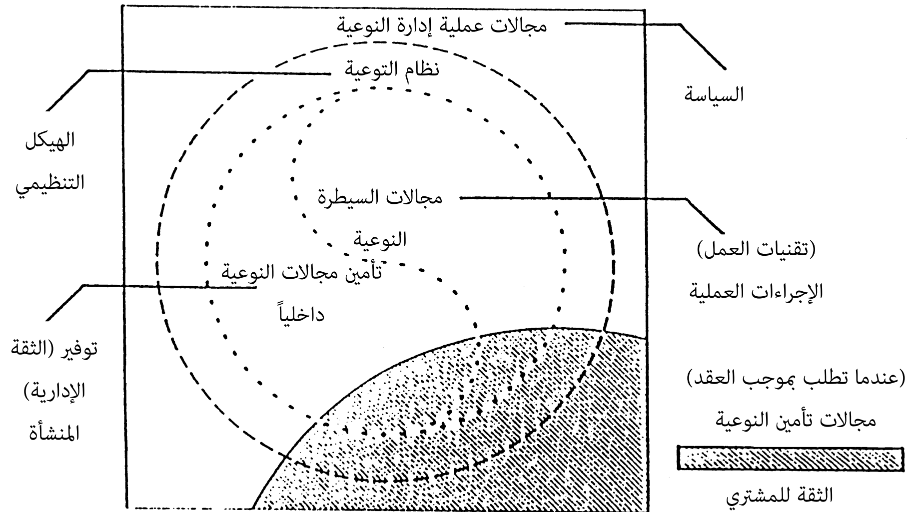
2- غالبًا ما تدعي النشاطات التي تهدف إلى توفير الثقة لإدارة المنظمة بأن النوعية المرغوبة قد تحققت بـ (تأمين النوعية داخليًا).

3- غالبًا ما تدعي النشاطات التي تهدف إلى توفير الثقة للمشتري بأن نظام النوعية

لدى المورد سوف يزود بمنتج أو خدمة تفي بمتطلبات المشتري فيما يتعلق بالنوعية بـ (تأمين النوعية خارجيًا).

إضافة إلى ذلك وفي حالات التعاقد يهتم المشتري بعناصر معينة من نظام النوعية عند المورد تؤثر على مقدرة المورد على أن ينتج بثبات المنتج أو الخدمة وفقًا لمتطلباتها وما يصاحبها من مخاطر. لذلك يطلب المشتري تعاقديًا بأن تكون عناصر محددة من نظام النوعية جزءًا من نظام النوعية لدى المورد.

غالبًا ما يكون المورد ملتزمًا بحالات من كلا النوعين فقد يشتري مواد أو أجزاء من مخزون قياسي دون متطلبات تعاقدية لتأمين النوعية، ويشتري مواد أخرى بمتطلبات تعاقدية لتأكيد النوعية. كما أن نفس المورد قد يبيع المنتجات بدون حالات تعاقدية وأخرى عن طريق التعاقد.



شكل (9-31) العلاقة بين المفاهيم

6- أنواع المواصفات القياسية الدولية لأنظمة النوعية

كما أشير إليه في الفقرة 1، تقدم سلسلة مواصفات الأيزو القياسية الدولية الخاصة بأنظمة النوعية الأنواع التالية من المواصفات التي تجسد الحاجة في مختلف الحالات المبينة في الفقرة 5.

أ- الأيزو 9004 إضافة مع هذه المواصفات القياسية الدولية توفر الإرشاد لجميع المنشآت لأغراض إدارة النوعية.

ب- الأيزو 9001، الأيزو 9002، الأيزو 9003 تستعمل لأغراض تأمين النوعية خارجيًا في حالات التعاقد.

7- استعمال المواصفات القياسية الدولية لأنظمة النوعية لأغراض عملية إدارة النوعية

مع مراعاة هذه المواصفات القياسية الدولية يمكن الرجوع إلى الأيزو 9004 في وضع وتطبيق نظام النوعية وتحديد مدى قابلية تطبيق كل عنصر من عناصره والأيزو 9004 ترشد في العوامل الفنية التسييرية والبشرية المؤثرة في نوعية المنتجات والخدمات في جميع مراحل لولب النوعية بدءًا بالتعرف على حاجة المستهلك إلى أن يتم إشباعها خلال الأيزو 9004 تأمين تلبية حاجات المستهلك وإقرار المسؤوليات الوظيفية وأهمية تحديد (قدر الإمكان) المخاطر الكامنة والفوائد تؤخذ جميع هذه الاعتبارات في الحسبان عند وضع واستمرار نظام فعال للنوعية.

8- استخدام المواصفات القياسية الدولية الخاصة بأنظمة النوعية لأغراض التعاقد

8-1 بشكل عام

بعد الأخذ في الاعتبار هذه المواصفة القياسية الدولية فللمشتري والمورد الرجوع إلى الأيزو 9001 والأيزو 9002 والأيزو 9003 لتعيين أي من هذه المواصفات القياسية الدولية أكثر انطباقًا على العقد وإذا تطلب الأمر فيجب أن تجري المواءمة المطلوبة.

يوفر اختيار وتطبيق نموذج تأمين النوعية الملائم لحالة معينة فوائد لكل من المشتري والمورد بإجراء اختبار المخاطر، التكلفة والمنفعة لكلا الطرفين يتعين مدى وطبيعة المعلومات المتبادلة والإجراءات التي يتخذها كل طرف ليعطي ثقة مناسبة بأن النوعية المطلوبة سيتم تحقيقها.

8-2 اختيار نموذج تأمين النوعية

8-2.1 بشكل عام

كما أشير إليه عند تقديم كل من هذه المواصفات القياسية الدولية الثلاثة فقد تم جمع عناصر معينة لنظام النوعية في كل من النماذج الثلاثة المميزة على أساس «المقدرة الوظيفية والتنظيمية» المطلوب توافرها لدى المورد والمنتج أو الخدمة:

أ - الأيزو 9001: تستعمل عندما يراد تأكيد المطابقة مع متطلبات معينة من قبل المورد خلال مراحل متعددة يمكن أن تشكل التصميم/ التطوير، الإنتاج، التركيب وتقديم الخدمة.

ب- الأيزو 9002 تستعمل عندما يراد ضمان المطابقة مع المتطلبات المعينة من قبل المورد أثناء الإنتاج والتركيب.

ج- الأيزو 9003 تستعمل عندما يراد ضمان المطابقة مع المتطلبات المعينة من قبل المجهز في مرحلة التفتيش والاختبار النهائي لوحدها.

8-2.2 إجراءات الاختيار

يتم اختيار النموذج الملائم بصورة نظامية بمراعاة العوامل الواردة بالفقرة 823 مع الأخذ في الاعتبار للعوامل الاقتصادية.

8-2.3 عوامل الاختيار:

بالإضافة إلى العوامل الوظيفية الواردة بالفقرات (أ821) إلى (ج821) تعتبر العوامل الستة التالية أساسية لاختيار النموذج الملائم للمنتج أو الخدمة.

أ- تعقيد عملية التصميم

يخص هذا العامل درجة صعوبة تصميم المنتج أو الخدمة إذا لم يكن قد تم تصميمه بعد.

ب- درجة نضج التصميم

يختص هذا العامل بدرجة ما يتمتع به التصميم من معرفة وثبوت بشكل عام أما عن طريق اختبار الأداء أو عن طريق التجربة الميدانية.

ج- تعقيد عمليات الإنتاج

يختص هذا العامل بما يلي:

1- توفر عمليات إنتاج ثبت نجاحها.

2- الحاجة إلى تطوير عمليات جديدة.

3- عدد تنوع العمليات اللازمة.

4- تأثير العملية (أو العمليات) على أداء المنتج أو الخدمة.

د- خواص المنتج أو الخدمة المميزة

يختص هذا العامل بدرجة تعقيد المنتج أو الخدمة، عدد الخواص المتداخلة والدرجة الحرجة لكل خاصية بالنسبة للأداء.

هـ- سلامة المنتج أو الخدمة

يخص هذا العامل مخاطر حدوث الفشل وتبعات مثل هذا الفشل.

و- الجوانب الاقتصادية

يقصد بذلك التكلفة الاقتصادية لكل من العوامل السابقة لكل من المورد والمشترى بالمقارنة بالتكاليف التي تنتج عن عدم التطابق في المنتج أو الخدمة.

8-3 التثبت والتوثيق

توثق عناصر نظام النوعية بطريقة يمكن معها التثبت من أنها توافق متطلبات النموذج المختار. يتعلق التثبت من عناصر نظام النوعية بما يلي:

أ - كفاية نظام النوعية (على سبيل المثال التصميم، الإنتاج، التركيب وتقديم الخدمات).

ب- المقدرة على تحقيق مطابقة المنتج أو الخدمة مع المتطلبات المتحدة.

تختلف طبيعة ودرجة التثبت من حالة لأخرى تبعًا لمعايير على النحو الآتي:

أ - الجدارة الاقتصادية والاستخدامات وظروف الاستعمال بالنسبة للمنتج أو الخدمة.

ب- التعقيد ودرجة الابتكار المطلوبة لتصميم المنتج أو الخدمة.

ج- تعقيد وصعوبة إنتاج المنتج أو الخدمة.

د- المقدرة في الحكم على نوعية المنتج وملائمته للاستعمال اعتمادًا على فحص المنتج النهائي لوحده.

هـ- متطلبات السلامة للمنتج أو الخدمة.

و- الأداء السابق للمورد.

يشمل التوثيق أدلة النوعية، وصف الطرق الإجرائية المتعلقة بالنوعية، تقارير تدقيق نظام النوعية وسجلات النوعية الأخرى.

8-4 تقييم ما قبل العقد

يستعمل تقييم نظام النوعية لدى المورد قبل التعاقد لتعيين مقدرة المورد على الوفاء

بمتطلبات الأيزو 9001، الأيزو 9002، أو الأيزو 9003 وعندما يكون ذلك مناسبًا تحديد المتطلبات الإضافية، يتم التقييم في حالات عديدة من قبل المشتري مباشرة. يمكن بموافقة المورد والمشتري أن يعهد بعملية التقييم التي تسبق العقد إلى جهة مستقلة عن الطرفين المتعاقدين يمكن أن يخصص إلى الحد الأدنى مدد وعدة مرات.

التقسيم باستعمال الأيزو 9001 أو الأيزو 9002 أو الأيزو 9003 أن يؤخذ في الاعتبار التقييم السابق لدى أنجز بموجب هذه المواصفات القياسية الدولية من قبل المشتري أو من قبل منظمة تقييم مستقلة متفق عليها.

8-5 جوانب إعداد العقد

8-5.1 تفصيل العقد

أظهرت الخبرة أنه في وجود عدد محدد وقليل من المواصفات القياسية الدولية فإنه يمكن اختيار واحدة من هذه المواصفات، يمكنها أن تفي على نحو مناسبة بمتطلبات جميع الحالات تقريبًا مع ذلك يمكن في بعض الحالات حذف عناصر معينة واردة في المواصفة القياسية الدولية التي تم اختيارها وفي حالات أخرى يمكن إضافة عناصر معينة وفي كل من الوضعين لابد أن يتم الاتفاق بين المشتري والمورد يدرج ذلك في العقد.

8-5.2 مراجعة عناصر نظام النوعية المتعاقد عليها

يراجع كل من الطرفين صيغة العقد المقترحة للتأكد من فهم متطلبات نظام النوعية وإبداء القبول المشترك لها آخذين في الاعتبار أحوالهما الخاصة بالنسبة للنواحي والمخاطر التي تترتب على هذا القبول.

8-5.3 متطلبات إضافية تتعلق بتأمين النوعية أو بنظام النوعية

يمكن أن تظهر حاجة للنص على متطلبات إضافية في العقد مثل خطط نوعية، برامج نوعية، خطط تدقيق للنوعية.. الخ

8-5.4 متطلبات فنية

تعرف المتطلبات الفنية للمنتج أو الخدمة في الجزء الخاص بالمواصفات الفنية من العقد.

مصفوفة مرفق مرجعية لعناصر نظام النوعية

(هذا الملحق للعلم ولا يعتبر جزء من المواصفة)

رقم الفقرة في الأيزو 9004	العنوان	الفقرة المقابلة لها في المواصفة		
		الأيزو 9001	الأيزو 9002	الأيزو 9003
4	مسئولية هيئة الإدارة	* 4-1	* 4-1	* 4-1
5	مبادئ نظام النوعية	* 4-2	* 4-2	* 4-2
5-4	تدقيق نظام النوعية (داخليًا)	* 4-17	* 4-16	
6	اقتصاديات – دراسة التكلفة المتعلقة بالنوعية	-	-	-
7	النوعية فيما يتعلق بالتسويق (مراجعة العقد)	* 4-3	* 4-3	
8	النوعية فيما يتعلق بوضع المواصفات والتصميم (سيطرة التصميم)	* 4- 4	-	-
9	النوعية فيما يتعلق بالشراء (التجهيز)	* 4-6	* 4-5	-
10	النوعية فيما يتعلق بالإنتاج (التحكم في العمليات)	*4-9	* 4-8	-
11	التحكم في الإنتاج	*4-9	* 4-8	-
11-2	التحكم في المواد وتتبع أثرها (تشخيص المنتج وتتبع أثره)	*4-8	* 4-7	* 4-4

7-11	التحكم في حالة التحقق (حالة التفتيش والفحص)	12-4*	11-4 *	7-4 *
12	التحقق من المنتوج (التفتيش والفحص)	10-4*	9-4 *	5-4 *
13	التحكم في أدوات الفحص والقياس (معدات التفتيش، القياس والفحص)	11-4*	10-4 *	6-4 *
14	عدم المطابقة (التحكم في المنتجات غير المطابقة)	13-4*	12- 4*	8- 4*
15	إجراءات التصحيح	14-4*	13-4 *	-
16	المناولة ووظائف ما بعد الإنتاج (المناولة، التخزين، التعبئة والتغليق والتسليم)	15-4*	14-4 *	9-4 *
2-16	خدمات ما بعد البيع	19-4*	-	-
17	وثائق وسجلات النوعية (التحكم في الوثائق)	5-4*	4-4 *	3-4 *
3-17	سجلات النوعية	16-4*	15-4 *	10-4 *
18	الأفراد (التدريب)	18-4 *	17-4 *	11 -4 *
19	السلامة والكفالة فيما يتعلق بالمنتج	-	-	-
20	استخدام الطرق الإحصائية (تقنيات إحصائية)	30-4 *	18-4 *	12- 4 *
–	منتجات يوردها المشتري	7-4 *	6-4 *	-

الرموز:

- متطلبات كاملة.
- أقل صرامة من الأيزو 9002.
- أقل صرامة من الأيزو 9002.
- العنصر غير وارد.

ملاحظات:

1- أخذت عناوين الفقرات من الأيزو 9004 أما العناوين بين الأقواس فقد أخذت من الأيزو 9001 الأيزو 9001 والأيزو 9003.

2- يلفت الانتباه إلى حقيقة أن عناصر متطلبات نظام النوعية في الأيزو 9001 الأيزو 9002 والأيزو 9003 متطابقة في العديد من الحالات ولكن ليس في جميعها.

ملحق (3-9)

المواصفات الدولية
نظم الجودة
نموذج لتأكيد الجودة في التصميم،
التطوير، الإنتاج ، التركيب والخدمة
المواصفة رقم 9001

مقدمة

- تمثل المواصفة الدولية 9001 واحدة من ثلاث مواصفات تختص بنظم الجودة التي يمكن استخدامها لأغراض تأكيد الجودة خارج المنشأة. وتلك المواصفات الدولية المرادفة لبعضها تمثل ثلاثة نماذج يمكن العمل بأيها للأغراض التعاقدية.
- المواصفة الدولية 9001: نموذج لتأكيد الجودة في التصميم / التطوير، الإنتاج، التفتيش، التركيب، الخدمة وتستخدم عندما يتم تأكيد المطابقة عن طريق المورد خلال المراحل المذكورة.
- المواصفة الدولية 9002 نموذج لتأكيد الجودة في الإنتاج والتركيب وتستخدم عندما يكون تأكيد المطابقة عن طريق المورد خلال المراحل المذكورة.
- المواصفة الدولية 9003 نموذج لتأكيد الجودة في التفتيش والاختبار النهائي، وتستخدم عندما يكون تأكيد المطابقة بمعرفة المورد في المرحلة النهائية المذكورة.
- ويتعين التأكيد على أن مجموعة تلك المواصفات مكملة لمواصفات المنتج وليست بديلة أو مرادفة لها. ويقصد بتلك المواصفات العالمية تطبيقها بشكلها الحالي. ولكن

بعض الأحوال قد تقتضي تغييرها طبقًا لظروف التعاقد. وتقدم المواصفة الدولية 9000 الإرشاد للتعديل واختيار مواصفة تأكيد الجودة المناسبة من الثلاثة مواصفات الدولية المذكورة.

نطاق التطبيق ومجاله

النطاق

هذه المواصفة تحدد احتياجات نظام الجودة المطلوب عندما يتطلب العقد بين الجانبين شرح وتوضيح إمكانية المورد في تصميم وتوريد المنتج، والاحتياجات المحددة بتلك المواصفة، يقصد بها أساسًا منع عدم المطابقة في جميع المراحل بدءًا من التصميم وانتهاءً بالخدمة.

مجال التطبيق

تستخدم تلك المواصفة في العقود للأحوال التالية:

أ- ذلك العقد بالتحديد يتطلب جهدًا في التصميم ومتطلبات المنتج قد تم تحديدها كمعايير للأداء.

ب- أن الثقة في إمكان مطابقة المنتج يمكن التوصل إليها من خلال العرض المناسب لإمكانات المورد في التصميم / التطوير، الإنتاج، التركيب، الخدمة:

متطلبات نظام الجودة

سياسة الجودة

يتعين على المورد تقديم سياسته وأهدافه وارتباطاته إزاء الجودة موثقة. وعلى المورد تأكيد أن سياسته مفهومة ومطبقة ومستغلة بمعرفة جميع المستويات بالمنشأة.

التنظيم

يتم تحديد مسئوليات وصلاحيات وعلاقات الأفراد المسئولين عن إدارة وأداء، والتحقق من الأعمال التي تؤثر على الجودة أو تحديدًا للأفراد الذين يتعين إضفاء الصلاحية التنظيمية لهم من أجل ما يلي:

أ - اتخاذ الإجراءات لمنع حدوث عدم المطابقة.

ب- تحديد مشاكل جودة المنتج وتسجيلها.

ج- التوصية بالحلول من خلال القنوات المحددة بالنظام.

د- التحقق من تنفيذ الحلول.

هـ- مراقبة ما يتم في شأن التشغيل الإضافي وكذا التوريد والتركيب للمنتجات غير المطابقة، حتى يتم التأكد من إجراء تصحيح القصور / العيب.

مصادر التحقيق والأفراد

يقوم المورد بتحديد متطلبات التحقق داخليًا، والإعلان بمصادره المناسبة وإسناد مهام التحقق إلى أفراده المدربين، وأعمال التحقق تتضمن التفتيش والاختبار، ربط عمليات التصميم والإنتاج، التركيب والخدمة بمراجعات نظام الجودة، ويتم تنفيذ ذلك بأفراد مغايرين لهؤلاء المسئولين مباشرة عن العمل موضع التحقق.

ممثل الإدارة

يحدد المورد لديه مندوبًا عن الإدارة يكون مسئولاً بصفة محددة عن التأكد من استخدام هذه المواصفة الدولية، بجانب مسئولياته الإدارية الأخرى.

متابعة الإدارة

تقوم إدارة المورد بمتابعة التزام نظام الجودة المتمشي مع المواصفة الدولية على فترات

مناسبة للتحقق والتأكد باستمرارية مناسبتها وفاعليتها ويتم الاحتفاظ بسجلات لتلك المراجعة (ويلاحظ أن متابعة الإدارة تتضمن تقييمًا لنتائج المراجعة الداخلية والتي تجري عن طريق إدارة المورد).

نظام الجودة

يقوم المورد بإعداد نظام جودة موثق والحفاظ عليه كوسيلة للتحقيق من مطابقة المنتج ويتضمن ذلك:

أ- إعداد إجراءات وتعليمات نظام الجودة المتمشية مع تلك المواصفة الدولية.

ب- التنفيذ الفعال لإجراءات وتعليمات نظام الجودة.

ويلاحظ أنه لمواجهة الاحتياجات المحددة يتعين الاهتمام بما يلي:

1- إعداد خطط ودليل للجودة طبقًا للحاجة.

2- تحديد وطلب توفير أي معدات خاصة بالتحكم، التشغيل، التفتيش، الإنتاج والتي تكون مطلوبة للتوصل إلى الجودة المنشودة وكذلك المهمات البشرية.

3- تحديث تكنولوجيا التحكم، بالتفتيش والاختبار ومتابعة تطوير الأجهزة.

4- إفراد وقت كافي لتحديد متطلبات القياس التي تزيد عن المتعارف عليه لإمكان توفيرها.

5- توضيح مواصفات القبول لجميع المتطلبات.

6- مناسبة التصميم/ الإنتاج/ التركيب/ الاختبار للوثائق المستعملة.

7- تحديد وإعداد سجلات الجودة.

مراجعة العقد

يتولى المورد وضع الخطوات الخاصة بمراجعة العقد وتأمين تنفيذها وربطها بهذه الأنشطة حيث تؤمن مراجعة العقد ما يلي:

أ- تم تحديد الاحتياجات كاملة وتوثيقها بصورة مناسبة.

ب- تم مداركة أية متطلبات مختلفة عن عما ورد بالعطاء الأصلي.

ج- للمورد القدرة على مداركة متطلبات التعاقد.

ويتم الحفاظ على مراجعة العقود في سجلات خاصة.

مراقبة التصميم

عام

للتأكد من مداركة وتغطية احتياجات المنتج يقوم المورد بوضع وتنفيذ الخطوات اللازمة لمراقبة تصميم المنتج والتحقق من ناتج التصميم.

تخطيط التصميم والتطوير

يقوم المورد بوضع خطة لتحديد مسئوليات أنشطة التصميم والتطوير. وتوصف تلك الخطط هذه الأنشطة وتقوم بتأصيلها وتحديثها.

إسناد الأنشطة

يتم تخطيط أنشطة التصميم وإسنادها إلى الأفراد المؤهلين المزودين بالوسائل المناسبة لأداء العمل والتحقق من صحته.

التداخلات الفنية والتنظيمية

تحدد التداخلات الفنية والتنظيمية بين المجموعات المختلفة، ويتم نقل وتوثيق المعلومات اللازمة ومراجعتها.

مدخلات التصميم

تحدد مدخلات التصميم المرتبطة بالمنتج ويتم توثيقها، ثم يراجع مدى مناسبتها عن طريق المورد وإزاء الاحتياجات غير الواضحة والمتضاربة والمبهمة يتم التصرف إزاءها مع المسئولين عن تلك الاحتياجات.

مخرجات التصميم

توثق مخرجات التصميم ويعبر عنها على شكل احتياجات / حسابات وتحليل لما يلي:

أ- مداركة متطلبات مدخلات التصميم.

ب- تحتوي أو تشير إلى مرجع القبول.

ج- تضمن الاحتياجات المحددة بصرف النظر عن ذكر ذلك في مدخلات المعلومات.

د- تحديد خصائص التصميم الأساسية لأمان وسلامة تشغيل المنتج.

التحقق من التصميم

يقوم المورد بالتخطيط لمراجعة التصميم وتولي الإسناد إلى الأخصائيين المختصين.

وتحقيق التصميم بغرض التأكد من أن مخرجات التصميم لها السيطرة على مدخلاته باستخدام إجراءات مراقبة التصميم التالية:

أ- مراقبة مراجعات التصميم وتسجيلها.

ب- إعداد الاختبارات ومؤشرات عرض النتائج.

ج- إجراء الحسابات المرادفة.

د- مقارنة التصميم الجديد بالمثيل إن وجد.

تغييرات التصميم

يقوم المورد بوضع وتنفيذ الخطوات اللازمة لاعتماد جميع التغييرات والتعديلات والخطوات اللازمة لتحديدها ومراجعتها وتوثيقها.

مراقبة الوثائق

اعتماد وإصدار الوثيقة: يقوم المورد بإعداد وتنفيذ الخطوات اللازمة للرقابة على المستندات والبيانات المرتبطة بالمواصفات الدولية ويتم مراجعة واعتماد هذه المستندات من حيث مناسبتها عن طريق الأفراد المؤهلين قبل إصدارها. وتتضمن تلك المراقبة ما يلي:

أ- إتاحة الإصدارات المناسبة للوثائق لجميع المواقع التي لها تفاعل مع نظام الجودة.

ب- إلغاء جميع وثائق الجودة غير السارية من جميع مواقع الإصدار والاستعمال.

تغيير وتعديل الوثائق

يتم مراجعة التغيير بالوثائق واعتماده باستخدام نفس الخطوات التي تمت في الإصدار الأصلي (كمراجعة واعتماد) إلا إذا تم تحديد مواقع أخرى للمراجعة ويتعين في تلك الحالة تحديد قناة اتصال مناسبة للمعلومات لتمكين الموقع الجديد من المراجعة والاعتماد. ويتم تحديد ماهية التعديل / التغيير في نفس الوثيقة أو مرفق لها. وتعد قائمة رئيسية بالوثائق السارية لمراقبة عدم استخدام الإصدارات الملغاة وعادة يتم إعادة إصدار الوثائق بعد رصد عدة تغييرات.

الشراء

يقوم المورد بالتأكد من أن المشتريات مطابقة للاحتياجات المحددة.

تقييم المقاولين من الباطن

يقوم المورد باختيار مقاوليه من الباطن على أساس قدرتهم على تغطية التعاقدات المسندة شاملة متطلبات الجودة. ويقوم المورد باختيار مقاوليه من الباطن المؤهلين ويرتبط اختيار الموردين من الباطن (المقاولين) ودرجة ونوع المراقبة المطبقة في تلك الحالة، عليهم بنوع المنتج المطلوب. ويكون مفيدًا للمورد الأصلي تسجيل سابقة خبرة المقاولين من الباطن وقدراتهم وأدائهم. وعلى المورد التأكد من السيطرة الكاملة وفاعلية نظام الجودة في تلك الجزئية.

بيانات الشراء

تتضمن مستندات الشراء البيانات التي وصف المنتج المطلوب وبوضوح شاملة ما يلي:

أ- التفصيلات الدقيقة للنوع، الموديل، درجة أو رتبة الواصفات والجودة.

ب- تعريف المنتج، المواصفة، الرسومات، متطلبات مواصفة الاستخدام، التفتيش للقبول، سابق الخبرة للمنتج، للمصنع، للأفراد.

ج- بيان ورقم إصدار نظام الجودة المستخدم.

ويقوم المتعاقد بمراجعة واعتماد مستندات الشراء قبل السماح بإصدارها.

التحقق من المشتريات

حيث ذكر في العقد بأحقية المتعاقد أو مَنْ يمثله في التحقق بالمنبع أو عند الاستلام بأن المنتج مطابق للمواصفات. علمًا بأن التحقق عن طريق المتعاقد لن يلغي مسئولية المورد حيال إتمام توريد المنتج المطابق والإجراءات المترتبة على ذلك. وإذا قام المتعاقد أو ممثله بإجراء عملية التحقق في مصنع المقاول من الباطن للمورد فإن ذلك التحقق لن يستخدم بمعرفة المتعاقد كدليل على فاعلية نطاق مراقبة الجودة لدى مقاول الباطن.

توريدات المتعاقد

يقوم المورد بإعداد إجراءات للتحقق من التوريدات عن طريق المتعاقد شاملة التخزين والصيانة. وتسجل المنتجات المعيبة وغير الصالحة للاستخدام أو المفقودة وترسل بتقرير إلى المتعاقد (يلاحظ أن تحقق المورد لا يعفي المشتري من مسئولية توريد الإنتاج المناسب).

تحديد وتتبع المنتج

حيث يكون مناسبًا يقوم المورد بإعداد إجراءات تحديد المنتج بأنسب الوسائل المتاحة عن طريق الرسومات، المواصفات والوثائق الأخرى خلال مراحل الإنتاج، التوريد، التركيب.

ويعتبر التتبع طلبًا خاصًا ينبغي تحديده، بينما للمنتج كوحدات أو كميات فإن إجراءات التحديد الخاصة تكون وافية ويتم تسجيلها.

مراقبة العمليات

عام

يقوم المورد بتحديد خطة الإنتاج والعمليات التي تؤثر بصفة مباشرة على الجودة في الإنتاج والتركيب. ويلزم التأكد من أن تلك العمليات تجرى تحت الإشراف والسيطرة الكاملين اللذين يتضمنا ما يلي:

أ- تعليمات العمل الموثقة التي تحدد أسلوب الإنتاج والتركيب ويكون غياب تلك التعليمات له تأثير سلبي على الجودة. استخدام المعدات المناسبة للإنتاج والتركيب ظروف العمل المناسبة والمواءمة مع المواصفات المرجعية للأكواد وخطط الجودة.

ب- ربط ومراقبة العمليات المناسبة بخصائص المنتج خلال الإنتاج والتركيب.

ج- قبول المعدات والعمليات في حالة مناسبتها.

د- تحديد منهاج استخدام العمال طبقًا لتوافر أكبر قدر ممكن من الخبرة العملية بناء على مواصفات محددة وعينات ممثلة.

العمليات الخاصة

وهي تلك العمليات التي لا يمكن التحقق من نتائجها بتفتيش واختبار المنتج في العملية التالية. وعيوب التشغيل لن تتضح حينئذ إلا بعد استخدام المنتج وبذلك فإن الربط المستمر بالإجراءات لازمة أساسية للتأكد من الوفاء بالاحتياجات المحددة. وهذه العمليات يتم مراجعتها وقبولها من خلال سجلات خاصة بتلك العمليات المرجحة في النجاح شاملة المعدات والأفراد.

التفتيش والاختبار

تفتيش واختبار المسلمات

يقوم المورد بالتأكد من أن المنتجات الواردة لن يتم تشغيلها قبل التفتيش عليها للتحقق من المطابقة، والتحقق يكون طبقًا لخطة الجودة وإجراءاتها المحددة إلا إذا تسليم المنتج الوارد في حالات تقتضي السرعة، فيتم حينئذ تحديد وتسجيل الكميات الواردة ويتم تغييرها بعدئذ في حالة عدم المطابقة (يتم تحديد حجم ونوع التفتيش على التسليمات بناء على حجم المراقبة المتوقع في مصدرها الأصلي ومدى إقناع سجلات المطابقة المصاحبة للشحنات).

التفتيش والاختبار أثناء التشغيل

يقوم المورد بما يلي:

أ- التفتيش والاختبار وتحديد المنتج كما هو محدد بخطة الجودة ووثائق الإجراءات.

ب- تنفيذ مطابقة المنتج للمواصفات عن طريق ربط التشغيل بالمراقبة المستمرة.

ج- حجز المنتج لحين إتمام إجراءات التفتيش والاختبار والتحقق المطلوبة.

د - تمييز المنتج غير المطابق.

- تتطلب خطة ووثائق إجراءات التفتيش والاختبار النهائي، التنفيذ الفعلي للاختبارات وعمليات التفتيش المحددة (شاملة التسليمات وتلك التي تتم أثناء التشغيل) كذلك أن تكون البيانات المدونة عنها مطابقة للاحتياجات المحددة.
- لاستكمال مصداقية المطابقة يقوم المورد بإجراء التفتيش والاختبار النهائي طبقًا لخطة الجودة لمطابقة المنتج النهائي بناء على المواصفات المحددة.
- لا يتم السماح بنقل أو تسليم أي إنتاج يتم تنفيذ جمع الخطوات الواردة بخطة الجودة، وبصورة مرضية وتكون البيانات المصاحبة والناتجة عن تلك الخطوات متاحة بعد اعتمادها.

سجلات التفتيش والاختبار

يقوم المورد بمراقبة ومعايرة وصيانة معدات الاختبار وأجهزة القياس المملوكة له والمستعارة أو المقدمة من المشتري، لمطابقة المنتج طبقًا للمواصفات وتستخدم المعدات بما يؤكد أن التجاوز في حدود القياس محدود وإن حدود القياس بمقدور الأجهزة المستخدمة.

ويقوم المورد بما يلي:

أ- تحديد القياسات المطلوبة، درجة الدقة، اختيار معدات القياس والتفتيش المطلوبة.

ب- تحديد أوجه المعايرة والضبط لجميع أجهزة القياس والتفتيش والاختبار المستخدم لمطابقة مواصفات المنتج والفترات المحددة بين كل معايرة أو قبل بدء الاستخدام وتكون المعايرة مقارنة بأجهزة قياسية سارية الصلة بالقياسات الدولية وإذا لم تكن تلك الأجهزة موجودة، تحدد أسس للقياس والمعايرة في تلك الأحوال.

ج- إعداد الوثائق والإجراءات الخاصة بالمعايرة، شاملة تفصيلات المعدات، تحديد العدد، الموقع، دورية الاختبار، طريقة الاختبار، أسلوب القبول، الإجراء في حالة عدم تقبل النتائج.

د- التأكيد من أن معدات وأجهزة القياس والتفتيش والاختبار مستوفاة للدقة المطلوبة.

هـ- تمييز معدات وأجهزة القياس والتفتيش والاختبار بما يوضح حالة المعايرة.

و- الاحتفاظ بسجلات المعايرة لأجهزة القياس والتفتيش والاختبار.

ل- تقييم مدى سريان النتائج المستقاة من الاختبارات والقياسات باستخدام معدات وجدت خارج نطاق المعايرة.

م- التأكيد على مناسبة الظروف المحيطة لعمليات المعايرة، التفتيش، القياس التي تتم.

ن- التأكد من أن تداول وحفظ وتخزين معدات وأجهزة التفتيش والقياس والاختبار لا يؤثر على مناسبة الاستخدام ودرجة الدقة.

ك- حماية وسائل التفتيش والاختبار شاملة المعدات والبرامج من المهام التي قد تؤثر على معايرة الأجهزة وذلك حيث تستخدم معدات مثل المثبتات ويتعين التأكد من صلاحيتهم على التحقق من قبول المنتج قبل التسليم للخطوة التالية أثناء تسلسل الإنتاج والتركيب وتجرى مراجعة صلاحية تلك الوسائل دوريًا.

ويقوم المورد بوضع تفصيل دورية المراجعة .. ويحتفظ بسجلات تبين القيام بذلك وتوضع أيضًا بيانات قراءات التصميم في متناول الطلب من المتعاقد وممثليه للتأكد من أن التصميم مناسب عمليًا.

حالة التفتيش والاختبار

تحدد حالة ونتيجة التفتيش والاختبار على المنتج باستخدام العلامات، الأختام، الكروت، سجلات التفتيش والوسائل الأخرى المناسبة التي تبين المطابقة وعدمها إزاء الاختبار أو القياس الذي تم إجراؤه.

ويتم الاحتفاظ بمؤشر لحالة الاختبار والتفتيش خلال جميع مراحل الإنتاج والتركيب للتأكد من أن المنتج قد اجتاز جميع الاختبارات والقياسات المطلوبة.

وتوضح السجلات سلطات التفتيش والاختبار المسئولة عن الإجازة للمنتجات المطابقة.

مراقبة المنتجات غير المطابقة

يقوم المورد بإعداد الإجراءات المانعة لتداول المنتجات غير المطابقة وإجراءات المطابقة تغطي التحديد التوثيق، التقييم، العزل، إرجاع المنتجات غير المطابقة مع الإفادة بنوع التصرف.

مراجعة عدم المطابقة والتصرف

تحدد مسئولية المراجعة والتصرف في المنتجات غير المطابقة وتراجع تلك المنتجات طبقًا للإجراءات المدونة بالوثائق ويمكن حينئذ إجراء ما يلي:

أ- إعادة التشغيل للتوصل إلى المواصفات.

ب- الترخيص بقبولها بدون إصلاح.

ج- تستخدم في أغراض أخرى.

د- تخرد.

ويتطلب العقد أن يكون الإصلاح للمنتج غير المطابق بترخيص من المتعاقد أو ممثله ويجرى تسجيل وجه عدم المطابقة الذي قبل المشتري إجازته وكذلك الإصلاح

الذي تم لتحديده الحالة وظروفها ويتم إعادة تفتيش المنتج المعاد تشغيله لقبوله بناء على الإجراءات العادية السارية.

إجراءات التصحيح

يقوم المورد بإعداد الإجراءات والخطوات التالية:

أ- بحث سبب عدم المطابقة وإجراء التصحيح المطلوب لعدم التكرار.

ب- تحيل جميع العمليات الخاصة بالتشغيل، التراخيص، سجلات الجودة، تقارير الخدمة، شكاوى العملاء لتحديد وعزل الأسباب الرئيسية لعدم المطابقة.

ج- بدء تنفيذ الإجراءات المانعة لتلك المشاكل والمقابلة لدرجة المخاطرة المحتملة.

د- تطبيق المراقبة للتأكد من اتخاذ إجراءات التصحيح وفاعليتها.

هـ- تنفيذ وتسجيل التغير في الإجراءات الناجمة عن إجراءات التصحيح.

التداول، التخزين، التعبئة، التوريد:

- عام: يقوم المورد بإعداد إجراءات التداول، التخزين، النقل، التعبئة، التوريد وتوثيقها.
- التداول: يقدم المورد طرق ووسائل التداول المانعة للتلف والتدهور.
- التخزين: يقدم المورد غرف المخازن ويؤمن مساحات التخزين لمنع تلف وخسارة المنتج أثناء التوريد وتحدد الطرق المناسبة وتراخيص الاستلام والتوزيع من وإلى تلك المخازن لكشف الخسائر ويتم تقييم حالة المنتج في المخازن على فترات زمنية لنوعه.
- التعبئة: يقوم المورد بمراقب التعبئة الخفيف وسائل التعريف (متضمنة المواد المستخدمة) بالقدر الذي يؤمن المطابقة للاحتياجات ويتم حفظ وعزل جميع المنتجات من وقت تسلمها حتى تنتهي مسئولية المورد.

- التوريد يقوم المورد بترتيب حماية الجودة للمنتج بعد التفتيش والاختبار النهائي حيث أنه طبقًا للتعاقد فإن تلك الحماية ممتدة طوال مرحلة التوريد حتى نقطة الوصول النهائي.
- سجلات الجودة: يحدد المورد إجراءات تحديد وجمع وفهرسة وتخزين وصيانة وإحالة سجلات الجودة ويحتفظ بسجلات الجودة لتوضيح التوصل إلى الجودة المطلوبة وفاعلية أداء نظام الجودة. وسجلات الموردين من الباطن المرتبطة بالعقد تعتبر جزءًا من تلك البيانات، وتكون سجلات الجودة مقروءة وفيها التحديد الكافي للمنتج المستخدم ويتم تخزين سجلات الجودة والحفاظ عليها بأسلوب ييسر استرجاعها بوسائل مناسبة مما يوفر المناخ المناسب لإقلال التدهور أو التلف ومنع الخسارة ويحدد زمن لحفظ السجلات.

وحيثما يتفق تعاقديًا فإن سجلات الجودة توضع تحت المتعاقد للتقييم بمعرفته أو ممثليه خلال فترات يتفق عليها.

مراجعات الجودة داخليًا

يقوم المورد بتنفيذ نظام موثق لمراجعات الجودة داخليًا، للتحقق من أن أنشطة الجودة، متمشية مع الترتيبات الواردة في الخطة ولتحديد فاعلية نظام الجودة.

وتجدول المراجعات على أساس مدى أهمية النشاط وحالته وتنفيذ المراجعة وإجراء المتابعة اللاحق طبقًا لإجراءات مكتوبة وتعد نتائج المراجعة وتقدم إلى الأفراد المسئولين في المناطق التي تمت بها المراجعة. وتقوم الإدارة المسئولة في المناطق التي تمت بها المراجعة باتخاذ إجراءات التصحيح للعيوب التي اكتشفتها المراجعة.

التدريب

يقوم المورد بإعداد الإجراءات اللازمة لتقدير الاحتياجات التدريبية لجميع الأفراد القائمين بأنشطة تؤثر على الجودة ويتم تأهيل الأفراد المسئولين عن أنشطة محددة على أساس التعليم المناسب، التدريب / الخبرة طبقًا للمتطلبات ويتم الاحتفاظ بسجلات مناسبة تعكس نشاط التدريب.

الخدمة

بذكر الخدمة في العقد يقوم المورد بتحديد الإجراءات اللازمة لأدائها والتحقق من أن الخدمة تغطي الاحتياجات المطلوبة.

الطرق الإحصائية:

يقوم المورد بتحديد المطلوب والمناسب من الطرق الإحصائية اللازمة للتحقق من نجاح العمليات المستخدمة وقبول مواصفات المنتج.

ملحق (4-9)

أدلة أيزو / ل د ك

بالإضافة إلى القياسات الدولية، تصدر أيزو أدلة guids تغطي موضوعات تتعلق بالتفتيش الدولي.

دليل أيزو / ل د ك 2 : 1986

مصطلحات عامة وتعاريفها تتعلق بالتقييس والأنشطة الخاصة به 45 صفحة

دليل 3 : 1981 تعيين القياسات القومية المكافئة للقياسات الدولية – 2 صفحة

دليل 7 : 1982

متطلبات القياسات المناسبة لشهادة المنتج – 4 ص

دليل 9 : 1976

دورات في التقييس – 5 ص

دليل 14 : 1977

معلومات المنتج للمستهلكين – 2 ص

دليل 15 : 1977

مجموعة مبادئ حول «الإشارة للقياسات» 2 ص

دليل 16 : 1978

مجموعة مبادئ حول منظومات الشهادة من طرف ثالث والقياسات المتعلقة بها – 2 ص

دليل 21 : 1981

تبني قياسات دولية في قياسات قومية – 8 ص

ملحق 1 : 1983

بيان درجة التكافؤ بين القياسات القومية والقياسات الدولية – 3 ص

دليل 22 : 1982

معلومات حول إعلان المصنع للمطابقة مع القياسات أو مواصفات فنية أخرى 4 ص

دليل 23 : 1982

طريق بيان المطابقة مع القياسات لمنظومات الشهادة من طرف ثالث – 4 ص

دليل 25 : 1982

متطلبات عامة للجدارة الفنية لمعامل الاختبار – 5 ص

دليل 26 : 1981

تبرير مقترحات لتأسيس قياسات – 12 ص

دليل 27 : 1983

خطوط إرشادية لإجراء تصحيحي يتخذ بمعرفة كيان الشهادة في حالة إساءة استخدام علامته للمطابقة – 6 ص

دليل 28 : 1982

قواعد عامة لمنظومة شهادة طرف ثالث نموذجية للمنتجات - 16 ص

دليل 30 : إلى 1981

مصطلحات وتعاريف مستخدمة فيما يتعلق بالمواد المرجعية – 5 ص

دليل 31 : 1981

محتويات شهادات المواد المرجعية – 8 ص

دليل 35 : 1985

شهادات المواد المرجعية – مبادئ عامة وإحصائية – 35 ص

دليل 36 : 1982

تحضير طرق قياسية لقياس أداء سلع استهلاكية – 2 ص

دليل 37 : 1983

تعليمات لاستخدام منتجات تهم المستهلك - 5 ص

دليل 38 : 1983

متطلبات عامة لقبول معامل الاختبار – 8 ص

دليل 39 : 1988

متطلبات عامة لقبول هيئات التفتيش – 8 ص

دليل 40 : 1983

متطلبات عامة لقبول هيئات الشهادات – 3 ص

الفصل العاشـر

10- تنفيذ بحوث العمليـات

10-1 مقدمة

إن الأسئلة التي يثيرها المديرون هي «ما هي مجالات التطبيق الأكثر جدوى؟» «هل المنشأة تنفق أقل أو أكثر من اللازم على بحوث العمليات؟

ما هي أفضل الطرق لاستخدام بحوث العمليات؟ أي أن الاهتمام الحالي للمسئولين هو تعلم كيف يمكن الحصول على أعظم فائدة من بحوث العمليات.

وفيما يلي محاولة لاستكشاف الآثار العملية لهذا التوجه لهيئة الإدارة، وتقديم بعض نظرات متغلغلة في عملية التنفيذ، ولكنها ليست شاملة ولا متعمقة وإنما توفر القليل من الخطوط الإرشادية لجعل بحوث العمليات تعمل بفعالية، وتوجه المناقشة هو نحو الأفراد وليس الفنيات الرياضية.

وكما سيتضح فيما بعد، أن المفتاح للمدخل الناجح لبحوث العمليات هو العمل المشترك للحكم السليم على الأمور بمعرفة المسئولين وباحثي العمليات المتمرسين. وبصفة خاصة ينبغي أن يقرر المديرون الفنيون بالاتفاق فيما بينهم ما هي المشروعات التي تتابع، ما هي الأهداف التي تلاحظ ما هو الجدول الزمني الذي يتبع.

10-2 كيف توضع بحوث العمليات للاستخدام في عملية الإدارة

ينبغـي أن يتحمـل المـديرون الخطيـون (التنفيـذيون) المسـئولية لـيروا أن المشـكلة الحقيقية تحلل. وأن وسائل رقابة كافية تمارس لتدبر أمر التقدم في التطبيق. وقد أظهـرت

الخبرة بشكل متكرر أن تجاهل هذه المسئولية ضار بالجميع، وقد يكون السـبب الأسـاسي للفشـل، على الرغم من خبرة وتفاني أخصائي بحوث العمليات.

وفيما يلي بعض الطرق المقترحة للمسئول ليتحقق من أن جهد بحوث العمليات موجه توجيهًا جيدًا وأنه يستهدف تحسين المنشأة بأكملها.

10-2.1 ما هي الفوائد التي ينبغي أن يتوقعها المدير؟

يمكن أن تستخدم بحوث العمليات لإجراء تحليل ذي حجم كبير، عندما يكون مبررًا، لمشكلة اتخاذ قرار هام ومعقد. وفي تطبيق بحوث العمليات يحتاج المدخل التمسك بالإجراءات المنظومية والاهتمام الدقيق بالتفصيلات، والاستخدام المشترك للفنيات الرياضية المتقدمة. وقدرة الحسوب الهائلة تمكن من الاستكشاف المستفيض للبدائل المعنية. ودراسة بحوث العمليات الجيدة لا تترك بدون أي شك، في ذهن المسئول، أنه تم بحث جميع طرق العمل المعقولة، وتوضح توضيحًا كاملاً المزايا النسبية لكل طريقة وعواقبها المحتملة.

واختبار الحساسية المكثف يشكل عنصرًا مركزيًا لدراسة بحوث العمليات الجيدة. والتدقيق الدقيق لهيئة الإدارة لدراسات الحالة المقارنة. يوفر الوسائل الأساسية التي يمكن بها للمسئولين أن يؤكدوا تفهمهم للنموذج الأساسي واقتراحاته وبياناته، كما أن الفوائد التي يحصل عليها من نموذج موجه للتخطيط تنشأ لحد كبير، من تمام اختبار حساسية مُتعمِق. ومن النادر، أن لم يكن من غير الواقعي، أن يبحث المسئول عن أرقام كإجابات، ولكن معظم صانعي القرارات يريدون تقويمًا كميًا للمخاطر التي تصاحب التصرفات المختلفة. وللتغيرات في الاتجاه التي يمكن أن تغل فائضًا محسنًا. والمجالات المبشرة لدراسة لاحقة (مثل تطوير منتجات جديدة، الدخول في أسواق جديدة، اختيار مواقع مصانع الخ) وغالبًا ما تظهر اختبارات الحساسية أن عدم التأكد بالنسبة لعامل حرج ليس في الحقيقة هامًا جدًا في اتخاذ قرار جيد، بينما يكون لعامل آخر، كان يظن أن ليس له أهمية، أهمية محورية.

ولتحديد ما إذا كان مشروع بحوث عمليات يفي بالقياسيات المقبولة للنوعية، فإن بعض البنود السهلة التي تراجع هي الإتاحة السهلة لمدخلات البيانات وافتراضات نموذج في شكل مفهوم لغير الفنيين، تلخيص للنتائج والتفصيلات السائدة المطبوعة في شكل تقارير هيئة الإدارة، وأوقات دورة معقولة لإجراء تحاليل إضافية لها مدخلات أو افتراضات معدلة قليلاً. وأحسن طريقة للمدير لإجراء هذه المراجعات هي توجيه أسئلة وتحسس إجابات عليها. والنموذج الكامل التصميم ينبغي أن يوفر للمدير إجابات مستفيضة لأسئلة لحظية «لماذا...» و«ماذا إذًا...» بدون أن يحتاج ذلك إلى جهد خارق للعادة.

ومن المبنيات الأخرى لتوعية المشروع، المدى الذي تصل إليه نتائج التحليل بالنسبة لإستراتيجية مقترحة، ويكون مميزاً عن المدى الخاص المقترح. وللإيضاح فإن المخرجات لدراسة بعيدة المدى للتوسع في السعة، ينبغي ألا تكون مجرد ضبط مشتريات مقترحة لمعدات، ومستويات إنتاج متنبأ بها. وإنما ينبغي أن تبين المخرجات القرارات التي تتخذ مباشرة، وأن تتضمن المقترحات الخاصة بمتى تتخذ مجموعة القرارات التالية، على أساس البيانات الحالية، وأن تقرر الأحوال لإعادة النظر، وربما مراجعة القرارات المستقلة. وحتى مقترحات القرارات المباشرة ينبغي أن تكون وافية للتحقق من ما هي البدائل الأخرى المناسبة، إذا تغيرت البيانات في مدى معقول بالنسبة للقيم وإذا تم تخفيف أي افتراضات مقيدة.

10-2.2 ما هي المحددات التي ينبغي على المدير أن يدركها؟

أولاً: عندما يستخدم نموذج بحوث عمليات لتقليل التكاليف، فإن نسـبة الوفـورات قد تكون صغيرة نسـبيًا. ولكـن إذا طبقـت النسـبة عـلى قاعـدة تكـاليف كبـيرة، فـإن الوفورات المطلقة يمكن أن تغطي دراسة بحـوث العمليـات عـدة مـرات. وأحيانًـا قـد يكشف نموذج تخطيط عن خطأ مكلـف في إجـراءات تشـغيل جـاري، وفي مثـل هـذه

الحالة قد يكون الوفر كبيرًا. وفي أغلب الأحيان، تنبع تحسينات الفائض المالي (الربح) من مسئولين يتمتعون بفهم أعمق لمجال المشكلة، وبذلك يتوفر لديهم شعورًا أقوى لاتخاذ تصرفات صحيحة، والحفاظ على تحكم في بيئة غير مؤكدة وتنافسية. ويستحيل تحديد رقم دقيق للتحسين بالنسبة لهذا النوع من التأثير، إلا أن الفوائد تكون حقيقية تستوعب تقييم بواسطة إدارة المنشأة. وفي غالبية التطبيقات الناجحة، تظهر التأثيرات المفيدة في السلوك المتغير للمسئولين والمديرين في مستويات عديدة في المنشأة فيما يتعلق بالقرار.

ثانيًا: على الرغم من أن نموذج بحوث العمليات غالبًا ما يستخدم رياضيات الحل الأمثل، فإن محصلة الحل لا ينبغي أن تعتبر - بالضرورة - إنها تعطي الإجابة المثلى على المشكلة الحقيقية. أن النموذج هو في الأصل تقريب للحقيقة، وعلى ذلك فإن الحل الأمثل لهذا التقريب لا ينبغي أن يكون هو الإجابة النهائية لمشكلة القرار الحقيقية. والموضوع الهام، هو أنه ليس ما إذا كان الحل المقترح هو الأمثل، ولكن، ما إذا كان الحل يحقق تحسينًا هامًا بقدر كافي عن البدائل، بحيث يجعله جديرًا بالموافقة عليه.

ثالثًا: أن نموذج بحوث العمليات بينما يوفر حلاً لمجموعة من المشاكل فإنه قد يخلق بدوره مجموعة أخرى من المشاكل. فمثلاً قد يظهر التحليل الحاجة إلى منظومة محسنة لجمع المعلومات، أو إلى إعادة هيكلة سياسات التشغيل. وتأمين المحافظة المستمرة على نموذج مستحدث يشكل هو نفسه مشاكل لهيئة الإدارة.

10-2.3 متى يبدأ المدير مشروع بحوث عمليات

من المفيد التمييز بين مشاكل القرارات غير المتكررة بانتظام وتحليلات القرارات المتكررة (مثل إعداد خطة سنوية، جدولة الأفراد والمعدات، استعواض المخزون) في الدراسات الخاصة، يعتمد قرار تطبيق بحوث العمليات على الأهمية الاقتصادية والإستراتيجية للقرار، والفترة الزمنية المتاحة لإجراء التحليل، وتوفر البيانات التي لها

صلة بالموضوع. ومن الصعب ومن المخاطرة تطبيق بحوث العمليات تحت ضغط الوقت.

وفي حالات التخطيط يعتمد قرار تطبيق بحوث العمليات أيضًا على النواحي الاقتصادية والإستراتيجية للمشكلات، وتوفر البيانات. ولكن تطبيقات التخطيط تختلف عن الدراسات الخاصة، وبصفة خاصة في الفترة الأطول التي يمكن أن يعد فيها النموذج ويختبر. وقرار إعداد نموذج بالحسوب للعمليات اليومية يكون عادة أكثر استخدامًا. وكثير من الشركات أعدت بنجاح مثل هذه النماذج لتطبيقات متنوعة، مثل رقابة المخزون، تسيير أسطول الشاحنات، جدول شغلات الورشة، وغالبًا ما تتحقق فوائد اقتصادية بنسبة بسيطة، ويكون جهد تصميم المنظومات مُنهكًا، وعملية التنفيذ مضنية، وعلى ذلك فإن هذا النوع من التطبيق يكون عادة مبررًا على أساس تحقيق فوائد اقتصادية تمتد على مدى فترة طويلة نسبيًا.

وأحيانًا يسيء المسئولون الحكم علما إذا كانت البيانات المتوفرة دقيقة بقدر كافي يبرر استخدام مدخل بحوث عمليات، وتطبيقات الفنيات الإحصائية على تصميم تجارب البحث الصناعي، على تدبر أمر عمليات الإنتاج المستمر والآلات، وعلى مراجعة عمليات المحاسبة الضخمة، تظهر أن الفنيات الرياضية يمكن أن تكون مؤثرة في تحليل بيانات متناثرة خاضعة للتغيير وأخطاء القياس. وعلى ذلك فإنه ليس من المناسب للمسئول أن يرفض استخدام بحوث العمليات فقط بسبب أن المعلومات أقل من المعلومات الحقيقية الكاملة.

وأحيانًا يعرض المسئولون عن بحوث العمليات بسبب شعورهم بأن أفراد المنشأة ليسوا مثقفين بدرجة كافية لاستخدام الفنيات الرياضية، إلا أنه غالبًا ما يقلل كبار المسئولين من تقديرهم لمستوى قدرة الأفراد ذوي الخبرة الذين يعملون معهم، على أن يتعلموا كيف يطبقون بحوث العمليات.

إن كثيراً من التطبيقات أجريت بنجاح بمعرفة أفراد تدربوا على المحاسبة، الهندسة، الاقتصاد، مزاولة الأعمال وكانوا قد تركوا المدارس منذ سنوات. أن معرفتهم المواتية بالمنشأة تعوض عدم إلمامهم - في البداية - بفنيات بحوث العمليات. هذا بالإضافة إلى أن التوافر بكثرة لبرامج الحسوب المعلبة سهلة الاستخدام، قلل من العبء بالمضي من تشكيل النموذج والبيانات الفعلية إلى الحل الرقمي وتحليل الحساسية.

وأخيراً على الرغم من أن الطرق الرياضية المستخدمة للحصول على حل رقمي قد تكون متقدمة، فإن الحل نفسه قد يكون تفسيره وتنفيذه سهلاً.

10-2.4 كيف يمكن للمديرين أن يحصلوا على مقابل لما دفعوا فيه ثمنًا؟

ربما كانت أصعب مسئولية تواجه المدير في تحكمه في المضي في تطبيق بحوث عمليات، هي تحقيق موازنة صحيحة بين المضي في العمل كمشروع بحث وبين المضي فيه كمهمة فريق عمل.

إن تقدير كيف ستكون ربحية أو فائدة تطبيق ما في منشأة معينة يكون مركزيًا بالنسبة لناحية البحث. فمثلاً كثير من الشركات يمكنها أن تقلل استثمار المخزون بنسبة 25% على الأقل. بتبني رقابة علمية على المخزون، ولكن مستوى التخفيض في منشأة معينة يمكن تقديره فقط بعد أن يبدأ مشروع بحوث العمليات، وإتمام بعض اختيارات التجربة. وبالمثل يمكن لمعظم معامل تكرير النفط المتوسطة الحجم أن تخفض التكاليف بمبلغ كبير في اليوم، عندما تستخدم نموذج برمجة خطية لعمل جدول تشغيل أسبوعي، ولكن تقدير الوفر في أي معمل تكرير لا يمكن عمله إلا بعد بناء نموذج ابتدائي، وتشغيله على أساس تجريبي. وبذلك ينبغي على المسئول أن ينظر إلى المراحل الابتدائية لجهد بحث عمليات باعتبارها استكشافية.

إلا أنه من الخطأ، أن تنظر هيئة الإدارة إلى المشروع على أنه بأكمله للبحث، والشركات التي لها أفضل السجلات لتنفيذ بحوث العمليات تخطط لكل مشروع منذ

بدايته على أنه جهد لتحسين الإجراءات الجارية. ويشارك المديرون الخطيون (التنفيذيون) المعنيون في الشعور بالاستعجال لإتمام الجهد ويبقون على حذر لإبقاء الدراسة عملية ومتعلقة بمشكلات القرار الحقيقية.

وتتضمن فنيات التحكم القياسية لعملية الإدارة، عمل قائمة بالأهداف، وإسناد مسئوليات للمهام، وإعداد وتحديث جدولاً زمنيًا لإتمام المهام المختلفة. والتخطيط لمراجعات هيئة الإدارة. أن طبيعة دراسات بحوث العمليات هو أن تقابل تأخيرات وصعوبات غير متوقعة. وحتمية هذه الأمور الطارئة هي السبب في أن مشروع بحث عمليات يحتاج إلى رقابة دقيقة من هيئة الإدارة.

نحتاج جهود معظم بحوث العمليات إلى 2 – 3 فرد – سنة من الجهد وتمتد لفترة من 3 إلى 9 شهور. وينبغي أن تزيد فوائد التطبيق الجيد الاستيعاب والتحكم عن نفقات إنشاء المنظومة وتشغيلها زيادة كبيرة.

10-3 كيف يجري بنجاح مشروع بحوث عمليات

فيما يلي تحديد لمكونات تطبيق ناجح لبحث عمليات، وشرح لبعض العوامل التي سبق ذكرها، والموضوع هنا يتعلق بإجراء مشروع منتقى.

10-3.1 توجيه هيئة الإدارة ومساهمتها

ينبغي أن تتعرف كل من هيئة الإدارة العليا وهيئة إدارة التشغيل على دوريهما في تطوير المشروع. ونظرًا لأن تطبيق بحث عمليات يتعلق عادة بإدارات مختلفة، فإن الجهد ينبغي أن يحظى برعاية جادة من هيئة الإدارة العليا، وتوفر له الفرصة للتدخل في الأنشطة الخطية وفقًا لما يحتاجه الأمر. كما أن على هيئة الإدارة العليا أن تراقب وضع مصالح الشركة في المقام الأول وألا تتحول الدراسة لتخدم مصالح مجموعات منفردة على حساب الشركة.

وينبغي أن تساهم هيئة إدارة التشغيل مساهمة إيجابية في تحديد أهداف المشروع، وفي عملية إدارة المشروع وتقييمه. لأن هيئة إدارة التشغيل إذا لم تقحم في الدراسة، فإنه يعظم احتمال ألا تكون الطرق المقترحة للمنظومة مستفيضة ومرنة بقدر كافي لتتعامل مع المقتضيات التي يتعذر اجتنابها.

10-3.2 تخطيط المشروع والرقابة عليه

فيما يلي بعض العوامل التي تتعلق بتدبر أمر تقدم المشروع والتي تعتبر حاسمة للنجاح.

- ينبغي أن يتحقق فريق المشروع من البداية أين سيحتاج الأمر إلى رأي من هيئة الإدارة. إن خططاً معينة ينبغي أن تعد للحصول على هذه المشورة، وهذه الاستعدادات المسبقة قد تحتاج بدورها إلى جهد تعليمي تأهيلي. إن الأفراد وليس الحسوب هم الذين يتخذون قرارات الإدارة.
- ينبغي أن تنفذ المرحلة الفنية بعناية وإلا ساءت النتائج. وينبغي أن يدرك الفريق أن الجانب الرياضي للدراسة ربما لا يمثل إلا جزءًا صغيرًا من الجهد الكلي لإعداد وتنفيذ التطبيق.
- يجب التحقق من متطلبات البيانات مبكرًا، وأن يعلم عن جمع المعلومات بدون تأخير لتفادي تأخيرات طويلة في المشروع. غالبًا ما تنفذ هذه المرحلة في دراسة بحوث العمليات تنفيذًا ضعيفًا، حتى عندما يقود المشروع ممارس ذو خبرة.
- ينبغي أن ينبه المديرون وأفراد التشغيل إلى أي صعوبات عابرة يمكن أن تنشأ في اختيار وتركيب منظومة جديدة. فمثلاً عند تنفيذ القواعد العلمية لاستعواض المخزون، فإنه عادة يرتفع الاستثمار الكلي للمخزون في الشهور القليلة الأولى.
- إن هيئة الإدارة العليا يحتمل أن تبدي انزعاجًا إذا لم تنبه مسبقًا.
- ينبغي أن يعني الفريق بتوثيق مكونات النموذج وافتراضاته، وبتسجيل بيانات

المدخلات والمصادر. إذ أنه عند الانشغال المكثف في العمل، يسهل نسيان الافتراضات التي تكون قد عملت منذ عدة شهور. كما أنه عند دراسة نتائج الاختبار والبيانات الجديدة يتغير حتمًا النموذج. ولذلك من الضروري أن يسجل الفريق بانتظام تفصيلات كل مراجعة.

10-3.3 المصداقية

إن المسئول إما أن يعتقد بصحة تمثيل بحوث العمليات للمشكلة، أو أن يعتبر النتائج عديمة القيمة. وفيما يلي شرح لكيفية إعداد نموذج خاص يحظى حقيقة بثقة المديرين.

ينبغي أن يتحقق فريق المشروع منذ البداية من أن الفوائد الاقتصادية لتطبيق بحوث العمليات لا تثبت نفسها ولا تظهر ذاتيًا. ومما يزيد الأمر صعوبة أن مقارنات يمكن الاعتماد عليها بين ما قبل وبعد التطبيق تكون دائمًا صعبة الأداء. ويوجد سببان لذلك.

أولاً: قد لا تتوفر بيانات كافية عن العمليات السابقة، على الأقل ليست في شكل مناسب للجدولة والتحليل بدقة مقبولة. وعلى ذلك، فإن فريق بحوث العمليات في تحمسه لتصميم وتنفيذ مدخلاً جديدًا، ينبغي ألا يستخفف بعملية إعداد منظومة جمع بيانات لتعكس الأثر الاقتصادي الحقيقي للتغيير. وعندما تكون البيانات السابقة غير كافية، ينبغي أن يبدأ الفريق في جمع البيانات الجارية قبل البدء في إجراءات جديدة بوقت طويل. وينبغي أن يعترف الفريق أيضًا بالحاجة إلى تصميم تجربة متحكم فيها تركز التأثيرات ينبغي أن تقيم. وإذا لم ينتبه الفريق لهذه التحذيرات، فإنه نفسه، سيكون غير قادر على إثبات أنه حدث تحسين فعلاً.

ثانيًا: يمكن للفريق في أحـوال اسـتثنائية فقـط، إجـراء مقارنـة كاملـة متوازيـة بـين منظومتين تعملان في مجموعات مختلفة من الإجراءات. ولا يوجـد ضـمان في أن مـدخلاً

يبدو جذابًا على أساس عمليات سنة ماضية، سيكون له نفس الجاذبية أثناء نشاطات هذه السنة، (أو العكس). كما أنه بسبب أن قرارات لهيئة الإدارة في وقت ما قد يكون لها تأثيرًا معينًا على أحوال مزاولة العمل في وقت لاحق، فقد يكون من المفيد محاولة إظهار - بدقة فائقة - كيف يكون سلوك أي شيء غير منظومة شغالة فعلاً، على مدى فترة ممتدة من الوقت.

وعلى ذلك فإنه يصعب إثبات بدقة درجة الجودة التي تكون للأداء التاريخي لمدخل بحث عمليات، مدى النجاح، أو مدى التحسين الذي يحققه مدخل بحوث عمليات يجري تنفيذه بالمقارنة مع ما كان يمكن للمنظومة السابقة أن تحققه. وينبغي أن تدرك هيئة الإدارة والمهنيون منذ البداية، أن لهم حدودًا بالنسبة لما يقدمونه من بينة لا تقبل الجدل، فيما يتعلق بأنه قد نتجت فعلاً تحسينات عن مدخل بحوث عمليات، إلا أنه من الأمور الهامة، تذكر أن هذه التحديدات نفسها توجد في قياس تأثير أي حل منافس للمشكلة.

والملاحظات السابقة تعني أنه عمومًا، ينبغي أن تبني المصداقية أثناء سريان المشروع ولا ترجأ للنهاية. وفيما يلي قد يساعد التشابه الجزئي بالنسبة للشكوك التي تساور المديرين حول نموذج بحث العمليات وهل هو يستخدم بيانات صحيحة ويعتمد على اقتراحات صحيحة ويحسب العواقب الاقتصادية جيدًا ومحيط بالعدد الهائل من الاعتبارات التفصيلية المعلنة وذلك في شرح سيكولوجية تحقيق المصداقية، يقترح بعض الأساليب لتهدئة الشكوك التي يبديها المديرون.

بافتراض أنك تسلمت دفتر هواتف للمرة الأولى وقيل لك أن هذا الدفتر يحتوي على أرقام الهواتف الصحيحة لكل شخص في المدينة. في لحظتها سيتطرق إلى ذهنك أن هذا الادعاء فيه شيء من المغالاة، إذ أن الهواتف تركب وترفع كل يوم، وعلى ذلك فإن دفتر الهواتف ما هو إلا تمثيل تقريبي لجميع أرقام الهواتف في المدينة (بهذا المعنى، فإن

دفتر القوائم هو نموذج). وما يهمك حقيقةً هو ما إذا كان التقريب يستحق أن يُستخدم، فكيف تتحقق من ذلك؟

ربما تبدأ بأن تبحث عن رقم هاتف تعرفه فعلاً (ربما يكون رقم هاتفك الشخصي) فإذا وجدت أن الرقم الوارد في الدفتر صحيح فإنك قد تختار شخصًا تعرف رقمه، وتستخرج رقمه وتطلبه لترى ما إذا كان الرقم صحيحًا.

وبعد عدة محاولات من هذا النوع، بافتراض أن هذه المحاولات كانت ناجحة، تصبح راغبًا في البدء في استعمال الدفتر. ويغلب الاحتمال في أنك ستستمر في استعمال الدفتر إلى أن تلاحظ زيادة نسبة الأرقام الخاطئة. عندئذ ستشتكي لهيئة الاتصالات الهاتفية، وأن تعود للاعتماد على مصدر آخر قد يكون بدالة معلومات.

والآن ندرس أهداف هيئة الاتصالات الهاتفية أنها تريد أن توفر نموذج أو منظومة تعطي لك الأرقام الصحيحة. إنه يوجد منظومات كثيرة ممكنة (أو نماذج) لتقديم هذه الخدمة. والهيئة اكتشفت أن الحل الاقتصادي الأمثل، هو أن تنشر دفترًا واحدًا يحتوي كل رقم مسجل لديها؛ وتوزع الدفتر عليك وعلى جميع المشتركين الآخرين.

إن الهيئة تعرف جيدًا أنك ستستعمل فقط نسبة صغيرة جدًا من الأرقام، ومع ذلك فإنك ستحكم على جدارة المنظومة من صحة هذه النسبة الصغيرة.

وهذا التشبيه الجزئي يناسب تصميم منظومة بحث عمليات من نواحي عديدة. إن المسئولين يختبرون أولاً صحة نموذج بحث عمليات بتوجيه أسئلة حول البيانات والنتائج، إنهم يعرفون الإجابات الصحيحة لبعض الأسئلة، ولديهم بعض الحدس بالنسبة لأسئلة أخرى. وتتزايد ثقتهم إذا كانت الإجابة الوشيكة غير معقدة وشاملة وصحيحة، إنهم سيبدءون في الاعتماد على النموذج إلى أن تهتز ثقتهم نتيجة لبعض أخطاء واضحة.

إن فريق بحوث العمليات عليه أن يحاول أن يتوقع الأسئلة التي قد يوجهها

المديرون، والبيانات التي تعطي الإجابات. وهـذا العمـل يسـاعده مناقشـة التصـميمات التفصـيلية لتقارير البيانات والملخصات الرقمية مع المسئولين المعنيين. أن تحليل الحسوب ينبغي أن يتضمن لـيس فقط تقـارير ملخصـات مماثلـة لتقـارير المعلومـات القياسـية بهيئـة الإدارة، ولكـن أيضًـا تحلـيلات مساندة تفصيلية تظهر بوضوح «كيف» و«لماذا» فيما يتعلق بأرقام الملخصات، وكثير من المخرجات نادرًا ما تختبر، إلا أنها تكون موجودة لمجرد نشوء حاجة إليها.

إلا أن التشبيه الجزئي الخاص بدفتر الهاتف لا ينبغي أن يُحمَّل أكثر مما يحتمل، لأنه ليس عمليًا ولا ممكنًا توفير كل رقم يمكن أن يطلبه مسئول ما. ولكن باحثو العمليات الحداثي يقعون في خطأ تقديم القليل جدًا من المعلومات المساندة والمستندات والتحليل، ويترتب على ذلك أنهم غالبًا ما يوجدون في وضع محرج لهم ومغضب للمديرين، وهو أن عليهم أن يرجعوا ثانية للوحة الرسم، للحصول على المعلومات التي يريدها المسئولون، ليفهموا نتائج النموذج.

والشرح السابق يركز على متطلبات مخرجات تحليل بحث عمليات جيد التوجيه. وبطبيعة الحال، على الفريق أيضًا أن يستخدم وسائل أخرى للاتصال الفعال، وهي معروفة لرؤساء فرق العمل المهنية وترقى إلى الحفاظ على محاورة مفتوحة بين المديرين، الذين عليهم أن يحكموا في النهاية على نجاعة النتائج، وبين أعضاء الفريق. ونكرر أن توجيه هيئة الإدارة ومساهمتها هما شرطان ضروريان لخلق المصداقية.

10-3.4 التنفيذ المستجيب والمسئول

إن تنفيـذ تغيـير حقيقـي في تنظـيم منشـأة، سـواء كـان إدخـال منظومـة حسـوب جديدة، أو إعادة تخصيص مسئوليات هيئة الإدارة، يكون عادة عمليـة صـعبة. فـبصرف النظر عن أي كره خاص قد يوجد لدى الأفراد لتحليل المنظومات المؤسسة على حسـوب، فإنه يوجـد قليـل، إن وجـد، مـن مشـكلات تـرتبط بتنفيـذ تغيـير خـاص بمشروع بحـث

عمليات. وكما هو حقيقي بالنسبة لتنفيذ معظم التغييرات ذات الشأن في المنشأة، فإن مساندة هيئة الإدارة العليا حيوية، وتعليم وتدريب أفراد التشغيل ضروريان، وخطة معدة بعناية لإدخال التغييرات لازمة، وعملية التنفيذ لا ينبغي أن يتم التحكم فيها وتدبر أمرها. وبعد ذلك نصحح الأخطاء التي قد تنشأ. وللأسف لا يوجد بديل للخبرة في معرفة كيف ينفذ التغيير بمهارة.

وتوجد صعوبة أخرى تستحق مزيدًا من الدراسة. إن هذه الصعوبة تذكر بالصعوبات التي واجهت إدخال الميكنة في المصانع منذ سنوات كثيرة مضت. إن بعض تطبيقات معينة لبحوث العمليات، وخاصة تلك التي تنطوي على عمليات تشغيل يومية، قد تغير تغييراً جذريًا طبيعة عمل صانع القرار. فمثلاً إن إعداد نموذج جدولة بالحسوب لترتيب تشغيل الأوامر في المصنع، أو تحريك السفن بين الموانئ، أو شراء المواد من البائعين، قد يحول شغله تحتاج إلى إلمام لمدة طويلة بالمسألة موضوع القرار إلى شغله تغذية الحسوب تغذية روتينية ببيانات أولية. إن مدخل بحوث عمليات قد يزيل الترويج عن النفس، ممارسة إبداء حكم، الشعور بالمشاركة، المعاني الخفية في الشغلة. ونادرًا ما تكون هيئة الإدارة العليا راغبة في أن تضيع محصلة فوائد اقتصادية لهذه الأسباب. إلا أن فريق المشروع عليه أن يواجه رد الفعل المحتمل من الأفراد الذين سيتأثرون، وأن يدرك أن عملية التنفيذ ستوقظ عداوة، ولذلك، فإن عليه أن يوفر إجراءات ما بعد التنفيذ، للتحكم في حالة يمكن أن تتدهور بسهولة بسبب بيئة معادية.

10-3.5 تصميم المنظومات

إذا كان التطبيق سيستعمل ثانية بعد الاختبار والتحليل الأولـين، عندئـذ فـإن النجـاح النهائي للمشروع يعتمـد عـلى النجاعـة بعيـدة المـدى. وفي السـنوات المبكـرة للتطبيقـات التجارية لبحوث العمليات، حققت شركات كثيرة نجاحًا يستحق الذكر لفترة، وبعـد ذلـك اكتشـفت أن جهودهـا تتبـدد مـع ظـروف مزاولـة الأعـمال المتغـيرة؛ وترقيـة أو اسـتقالة

أفراد بحوث العمليات. والآن أدركت الشركات ذات الخبرة ضرورة تكوين منظومات مساندة للحفاظ على وتحديث تطبيق مستمر لبحوث العمليات.

وهذه النقطة لا تستحق تنويه خاص إلا بالنسبة لظاهرة شائعة وهي أن معظم المسئولين ما يزالون يجدون مفارقة في أن باحث العمليات النموذجي على الرغم مما لديه من الخبرة في إعداد النماذج وتحليل المشكلات المعقدة، إلا أنه عادة يكون مجهزاً تجهيزاً سيئًا، وغالبًا ما يكون غير مهتم بمتطلبات المنظومات التي سبق ذكرها. وتبعًا لذلك فإن الشركات ذات الخبرة تضمن فريق بحوث عمليات المشروع أفرادًا لهم توجه للمنظومات، ليستنبطوا إجراءات للحفاظ على النموذج في حالة تشغيل جيدة.

10-4 كيف توجه وتشرف على موظفي بحوث العمليات

فيما يلي قليل من الموضوعات التي تتعلق مباشرة بما لنشاط بحوث العمليات الخاص بالمنشأة من تأثير على تحقيق فائض مالي للمنشأة.

10-4.1 الموقع والحجم

لم يعد التسكين المناسب لجماعة بحوث العمليات في منشأة كبيرة موضوع ناقش بين المهنيين. إن نمطًا قياسيًا لم يتطور تدريجيًا حتى في نطاق صناعة ما، إن باحثي العمليات الفنيين عملوا بنجاح بتوجيه من مراقبين، مخططين رئيسيين، مدراء عامين للتصنيع، وكذلك مدراء لإدارات البحث والتطوير، والآن تتحكم في قرار التسكين اعتبارات واقعية عملية. والآن غالبًا ما يكون لدى الشركات المقسمة إلى قطاعات، وتعمل بموجب سياسة لا مركزية عملية الإدارة، نشاطات بحوث عمليات في كل من مستويي المنشأة والقطاع. إن حجم جماعة بحوث العمليات هو مبين لا يعتمد عليه لإنتاجية الجماعة، إذ أن جماعة صغيرة من 6 أفراد مهنيين ذوي موهبة قد يكون لهم أثر على تحقيق الفائض المالي للمنشأة أكبر كثيرًا من جماعة من 20 فردًا تحتوي على 2 أو 3

فقط من العلميين القديرين. في بحوث العمليات، لا تشكل الكمية إلا بديلاً هزيلاً جدًا للنوعية.

10-4.2 مسئوليات الشركة

تتوقع هيئة الإدارة العليا من جماعة بحوث العمليات أن تمارس درجة عالية من السلامة العقلانية. وهذا يعني أنه ليس على الجماعة أن تفي بالقياسيات المهنية التي تتطلب براعة فائقة فقط، ولكن عليها أيضًا أن تبحث عن نتائج حقيقية وأن تحجم عن التحزب التنظيمي.

إن رئيس جماعة بحوث العمليات عليه أن يكون حريصًا على ألا يورط الجماعة في بحوث تزيد عن قدرتها، وإلا فإنه سوف لا يرضي المتعاملين معه. إن جماعة بحوث العمليات ينبغي أن يكون لها طريقة منظمة لتقرير المشروعات التي تقبلها، ولتخصيص مواردها المهنية المحدودة، وذلك لتقديم أفضل خدمة بالنسبة لمتطلبات الشركة بأكملها.

10-4.3 التعاون مع مستخدمي البحوث

يظهر مما سبق أهمية العمل مع المديرين الخطيين في إجراء مشروعات بحوث العمليات، وفيما يلي سيتم تناول هذا الموضوع من وجهة نظر أفراد بحوث العمليات الفنيين.

إن على جماعة بحوث العمليات أن تراعـي دائمًـا الطريقـة التـي يسـاعد بهـا نمـوذج بحوث العمليـات للمـديرين مسـاعدة نموذجيـة في معظـم التطبيقـات، يـوفر جهـد بنـاء النموذج، نظـرات متعمقـة بالنسـبة للعواقـب الكميـة لبيانـات وافتراضـات موصـفة. وفي النهاية، إن المديرين هم الـذين يتخـذون القـرارات، ويتحملـون النتـائج وعـلى ذلـك فـإن على المسئولين أن يقيموا الاحـتمال النسـبي للافتراضـات العديـدة ويقـدروا المخـاطر التـي

تصاحب مداخل العمل المختلفة. وعلى باحث العمليات أن يتحاشى مصيدة الاعتقاد بأن النموذج هو حقيقة صحيحة.

وعندما تبدأ جماعة بحوث عمليات للشركة في بناء سمعتها، فإنها ستعمل في ظل ترتيبات تعاون أقل من ترتيبات المثالية مع مستخدمي البحوث. إن الجهة الطالبة قد يرضيها أن ترى المشروع وقد تم بنجاح، وحتى فإنها قد تدفع مقابل للمشروع. غير أن الجهة المستخدمة قد لا تقدم بسهولة أنواع المساعدة الضرورية الأخرى، التي غالبًا ما تتضمن جمع البيانات والمراجعة الدقيقة للنتائج الوسيطة بمعرفة هيئة الإدارة، وبالتالي فإن جهد الجماعة قد يجد نفسه عاجزًا عن التقدم، وفي انتظار مساعدة ضرورية من التنظيم الخطي. ولكن عندما تكون جماعة بحوث العمليات قد تقدمت إلى حيث يمكنها أن تنتقي وتختار من بين مشروعات عديدة ذات شأن، فإن رغبة الجهة المستخدمة في أن تقحم وقت أفرادها لفريق المشروع، تصبح عندئذ معيارًا رئيسيًا للاختيار ويشكل مدى وقت أفرادها الذي تخصصه للمساعدة في التطبيق، مؤشرًا جيدًا لاهتمام الجهة المستخدمة ورغبتها في إقحام نفسها.

الفصل الحادي عشر

11- ممارسة هندسة القيمة في الصناعة

11-1 تعريف هندسة القيمة

غالبًا ما تُعرَّف هندسة القيمة بأنها طريقة علمية للحصول على وظائف المنتج المطلوبة بأقل تكلفة. وهي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بتأمين النوعية والهدف منها هو جعل المنتجات أكثر اقتصادًا.

11-2 خلفية هندسة القيمة Value Engineering background

قبل هندسة القيمة، كان يفترض أن الاقتصاد في الإنتاج يتحقق بمعرفة مهندس التصميم والتطوير، عندما يختار بين الطرق البديلة، وقد يستشير في ذلك مهندس التصنيع أو مهندس النوعية. وعندما أصبحت المنتجات أكثر تعقيدًا وارتفع مستوى النوعية والاعتمادية، كان على مهندس التصميم أن يرتفع بمستويات تصميمه ليفي بالمتطلبات الأكثر تعقيدًا وإن يصر على الالتزام بتصميمه في عملية التصنيع، محافظة على سمعته بالنسبة للنوعية والاعتمادية.

وترتب على ذلك وجود اختلافات في الرأي بين إدارتي التصنيع والطرق الهندسية حول التصنيع الاقتصادي للمنتج، فيما يتعلق بتحسينات التصميم ووفورات التصنيع.

ولإيجاد حل لهل المشكلة لجأ عدد قليل من الشركات في البداية إلى إنشاء قسم لهندسة القيمة في إدارة هندسة التصنيع. وبدأت الشركات التي ساندت هيئة الإدارة فيها هندسة القيمة (تحليل القيمة) في تحقيق تحسينات في التكلفة والتشغيل والنوعية.

وتبين أن عمل تغيير بعد أن يتم تصميم المنتج يكون مكلفًا، ولذلك عمدت الشركات إلى إجراء تحليل القيمة قبل أن يتم التصميم.

11-3 معنى تحليل القيمة Value Analysis

إن القيمة في هذا المجال، تعني أكثر من التكلفة، وأن مهندس القيمة لا يهتم فقط بتقليل تكلفة المُنتَج، وإنما يعمل أيضًا على تحقيق الآتي:

أ- حسن الاستخدام أو الأداء:

وهو قدرة المُنتَج على أن يفي بالغرض المطلوب منه.

ب- النوعية والاعتمادية:

وتتعلقان بالمظهر الجيد للمنتج، وطول مدة استخدامه، وقلة حاجته للصيانة.

ج- الرتبة ومتطلبات الاعتزاز بالحيازة:

وهي قدرة المنتج على توليد الاعتزاز بحيازته.

إن مهندس القيمة يحلل المنتج إلى مكوناته وأجزائه، ويدرس ويقيم كل جزء ليحدد أحسن استخدام للمواد، وطرق التصنيع، لتحقيق الأهداف بأقل تكلفة.

11-4 المؤهلات الضرورية لعمل هندسة القيمة

إن المؤهلات التي يحتاج إليها الأمر لأداء تحليل قيمة فعال هي:

- معرفة بالصناعة.
- معرفة بمنتجات المنافسين.
- خبرة في التصميم والتصنيع.
- خبرة في رسومات التصميم الميكانيكي والكهربائي.

- خبرة في تقرير حدود السماح الميكانيكية والإحصائية.
- معرفة بخواص المواد واستخداماتها.
- معرفة بالطلاء وطرق التشطيب الأخرى.
- القدرة على التفكير الخلاق.
- القدرة على التنظيم والتخطيط والتوجيه.

وهذه المؤهلات تشرح نفسها بنفسها، إلا أنه سيتم التوسع في أكثرها أهمية على الوجه الآتي:

- من الأمور الهامة أن يكون لدى محلل القيمة خلفية كافية ليفهم المنتج واستخداماته الأساسية وأسباب التصميم الخاص به.
- أن يكون لديه خبرة كافية ليفرق بين تصميم ضعيف وتقييم فعال وليقدم تصميمات بديلة.
- أن يكون على معرفة بالمنتجات المماثلة والمنافسة، وأن يكون قادرًا على تطبيق بعض فنيات إنتاجها، إذا كان في ذلك فائدة.
- أن يكون قادرًا على أن يفهم ويفسر الرسومات الميكانيكية والكهربائية. وأن يكون قادرًا على تحليل الأجزاء والمنتج الكامل من الرسومات، ويقدم توصيات بتحسينات حتى قبل أن تتم الموافقة على المنتج.
- أن يكون قادرًا على تفسري وتطبيق حدود السماح الميكانيكية والكهربائية وعلى تصور تأثير السماحات المتراكمة على التشغيل.
- أن يكون لديه معرفة واسعة بالمواد المتاحة، وتطبيقاتها، وتكاليفها النسبية، الأحجام والأشكال المتاحة، وصعوبات الإنتاج التي يحتمل مواجهتها.

- ينبغي أن تذهب معرفته بالطلاء والتشطيب إلى أبعد من الأمور المظهرية، وتغطي التطبيق، والتكاليف النسبية، ونوعيات الوقاية، ونوعيات منع الصدأ، والتحمل.
- ومن أهم المؤهلات الضرورية في تحليل القيمة، القدرة الخلاقة. إن المحلل ينبغي أن ينشد باستمرار مداخل لحل كل مشكلات الإنتاج.
- وينبغي أن يكون محلل القيمة قادرًا على تنظيم وتوجيه المشروع، تنظيمًا وتوجيهًا شاملين، اقتصاديًا وبكفاءة.

11-5 ملفات تحليل القيمة

يحصل مهندسو القيمة على المعلومات التي يحتاجون إليها من ملفات مفهرسة جيدًا، يسهل التعرف منها على المعلومات المطلوبة، أو من بيانات مخزنة في حسوب مثل:

- المواد القياسية والخاصة، وأحجامها وأوزانها وتكاليفها، وخواص تشغيلها وسرعات القطع الخاصة بها.
- مصادر المعلومات الإضافية عن المواد الخاصة.
- المعدات القياسية والخاصة، وأحجامها وتكاليفها ومدى توفر مصادرها.
- المكونات القياسية والخاصة وقيمها وأحجامها المتاحة.
- مصادر المكونات الخاصة.
- أوصاف عملية التصنيع.
- أوصاف آلات التصنيع واستخداماتها.
- نسخ من المقالات الفنية والمراجع المتعلقة بالصناعة المعنية.
- نسخ من مواصفات ورسومات الشركة.
- الحالات التاريخية لتحليلات القيمة التي أجريت في المصنع.
- الحالات التاريخية لتحليلات القيمة التي أجراها آخرون.

هذا وينبغي أن يكون العاملون في تحليل القيمة قارئين دءوبين للموضوعات والمجلات الفنية، وينبغي أن يحفظوا، في ملفات، المقالات والإعلانات التي لها أهمية غير عادية.

11-6 المحاسبة وتحليل القيمة

لا تتوفر أرقام مقارنة تكاليف للتغييرات في التصميم، إلا إذا كان المنتج قد سبق إنتاجه، لأنه في حالة تطبيق المحاسبة العادية، تتم التغييرات في التصميم قبل أن يعمل تقدير للتكلفة لتصنيع المنتج.

ولكنه عند تطبيق تحليل القيمة أثناء التصميم ومراحل هندسة التصنيع المبكرة لمنتج ما. فإن التكاليف المقارنة الوحيدة هي التي يجريها مهندس القيمة أثناء تقدم العمل. وتكون الأرقام المقدرة بمعرفة مهندس القيمة عرضة للانتقاد من كل محاسب التكاليف الذي يتعامل فقط مع الأرقام الفعلية، ومهندس التصميم الذي ينزع لأن يعتقد أن تصميمه هو أرخص تصميم ممكن، ومهندس التصنيع الذي يعتقد أن طرقه الخاصة بالعدد وبالتصنيع هي أفضل ما يمكن. أي أن مهندس القيمة يجد صعوبة في إثبات أهمية عمله بأرقام فعلية، ولذلك فإن عليه أن يحتفظ بمقارنات تكلفة دقيقة لجميع مشروعاته، يبني هذه التكاليف المقارنة على تكاليف فعلية للمواد وتكاليف فعلية للعمالة بقدر الإمكان.

وهو يعتمد على الأقسام والإدارات الأخرى في الحصول على المعلومات الخاصة بالتكلفة، مثل إدارة المشتريات بالنسبة للمواد البديلة والأسعار، ومهندس التصميم بالنسبة للرسومات والمواصفات، ومهندس التصنيع أو المهندس الصناعي بالنسبة للرسومات والمعلومات الخاصة بالعدد وطرق الإنتاج.

وتعاون الآخرين في المنشأة ضروري لمحلل القيمة، وعليه أن يحدث هذا التعاون بشخصيته وتصرفه ومعرفته.

ومن أمثلة الإنجازات المبكرة التي حققها تحليل القيمة في الشركات الأمريكية:

- تغيير تشغيل صواميل من القطع من أعمدة نحاس إلى نحاس ملبد من مسحوق وفر في التكلفة حوالي 70%.
- تصنيع أغطية حافظة صغيرة على أجزاء من آلة، من مادة لدائنية بالحقن في قالب بدلاً من صنعها من زنك بالصب في قالب، حقق أكثر من 70% وفرًا في التكلفة.
- بالجدولة الدقيقة للمشتريات، تم تخفيض مخزون المواد الخام في المصنع بحوالي 75% واستتبع ذلك وفر في تكلفة التخزين والمناولة.
- تم إعادة تصميم صنبور رش في مصنع صلب ليصنع من صلب لا يصدأ بدلاً من البرونز المكلف، وتجميع عدة قطع في قطعة واحدة، وترتب على ذلك مزيد من القوة وطول العمر وتقليل وقت التجميع، الأمر الذي حقق تخفيض التكاليف بنسبة 51%.
- باستخدام تحليل القيمة أمكن لسدادة بسيطة غير مكلفة أن تحل محل غطاء مجرى تهوية في متن سفينة كان يصنع من ألواح الألمونيوم ويجمع بمسامير برشام وتركيبات مطروقة، والسدادة تؤدي جميع الوظائف الضرورية. وانخفضت التكاليف إلى حوالي 20 /1 من التكاليف الأصلية.
- تم دراسة وإعادة تصميم مجموعة أصابع طباعة في حسوب عالي السرعة، والتخلص من عمليات تجميع صعبة ومكلفة. وترتب على ذلك انخفاض التكلفة بنسبة 75% بدون تقليل سرعة الطباعة.
- تم إحلال قطعتين مصبوبتين بالصب الدقيق محل وصلة دليل أمواج مصنعة من 13 قطعة من الألمونيوم ويتم تجميعها باللحام بالكهرباء والنحاس. وترتب على ذلك توفير مبلغًا ضخمًا.

11-7 تطبيق تحليل القيمة

كما رأينا فإن الغرض من تحليل القيمة هو تحسين المنتج وتكلفت عن طريق تحليل التصميم وطرق التصنيع، والتوصية بالتغييرات للتحسين. وتنطوي عملية تحليل القيمة على الخطوات الآتية:

- الحصول على كل ما يتعلق بالمنتج من معلومات ورسومات ومواصفات وتسويق.
- تجزئ التصميم إلى مجموعات فرعية وأجزاء ومكونات ومواد.
- إعداد قائمة تحليل لكل بند.
- الحصول على التكاليف الخاصة بكل بند.
- الحصول على مشوار الإنتاج production run لكل بند.
- الحصول على معلومات عن العدة الخاصة للقطع المصنعة وعن العدد المتاحة للتجميع.
- إعداد قائمة تحليل تبين طرق الإنتاج البديلة.
- مراجعة ممارسات التصميم.
- مراجعة حدود السماح في الأبعاد والمقاسات.
- مراجعة القطع والمكونات المشتراة.
- مراجعة خطة التصنيع / الشراء، إذا كانت هناك خطة معدة.
- مراجعة النتائج والحلول المقترحة مع مهندسي التصميم والتصنيع ومع إدارة تأمين النوعية والاعتمادية.
- توثيق التغييرات المقترحة.

11-8 مثال لآراء تحليل قيمة نموذجي

طورت إحدى الشركات وحدة إلكترونية صغيرة، وكانت في مرحلة التصميم الأخيرة وعلى وشك الانتقال إلى مهندسي التصنيع. واتصل محلل القيمة بمهندس

التصميم وعمل ترتيب اجتماع للحصول على جميع المعلومات ذات العلاقة عن المنتج، متضمنة الغرض من المنتج، وتصميمه، ونقط القوة والضعف فيه، والرسومات الخاصة به. كما تشاور مع إدارة المبيعات لتحديد الطلب المحتمل على المنتج، معدل البيع، وعمر المنتج. ومن هذه المعلومات، أمكنه أن يتعرف على مدى التعمق الذي ينبغي أن يصل إليه في تحليل المنتج.

إن المنتج البسيط ذي العمر القصير لا يتطلب إلا تحليلاً سطحيًا للقيمة بعكس المنتج المعقد ذي العمر الطويل والسعر الأعلى الذي يتطلب تحليلاً للقيمة أكثر تفصيلاً.

وبالنسبة للمنتج البسيط يعقد محلل القيمة عدد قليل من الاجتماعات مع مهندسي التصميم والتصنيع، ويقترح كيف يمكن تحسين المنتج.

أما بالنسبة للمنتج المعقد الأعلى في السعر، فإن المحلل يتخذ كل خطوة كما سبق بيانه.

ومن النقاط الرئيسية التي يركز عليها في التحليل، التصميم، إنه يتساءل عما إذا كان التصميم سليمًا، وهل هو عمليًا من حيث التصنيع أم أنه ينطوي على عمليات تشغيل صعبة كثيرة. وهل الأبعاد وحدود السماح واقعية، وهل يمكن التراخي في حدود السماح لتقليل تكلفة التصنيع بدون أن يتعرض المنتج للحظر، وهل القطع والمكونات المشتراة إن وجدت - هي الأرخص والأجود في السوق، وهل تضمن التصميم أحدث الفنيات بالنسبة للناحية الإلكترونية للمنتج.

وبمجرد أن يتم مهندس القيمة قوائم التحليل وقوائم التحليل البديلة، يحرر ملخصًا يبين فيه جميع التحسينات المقترحة بالنسبة للتصميم والوفورات في التكلفة التي تحققها. ويعرض هذا الملخص في اجتماع يحضره مهندسو التصميم والتصنيع والنوعية والاعتمادية.

ويركز فيه على شرح كيف أن مقترحاته سوف تقلل التكلفة، إما بدون أن تغير في النوعية أو بتدني في النوعية يمكن تبريره.

إن المتوقع ألا يحصل مهندس القيمة على قبول لجميع مقترحاته. وعليه أن يدافع عن المقترحات التي لا يقتنع بالاعتراضات عليها. وعليه بعد ذلك أن يعيد كتابة مقترحاته ويرفعها، خلال القنوات التنظيمية للموافقة عليها. هذا ويتم إرسال صور لهيئة الإدارة المعنية التي ستتخذ القرارات النهائية فيما يتعلق بالأمور المختلف عليها.

11-9 تحليل القيمة والمشتريات

يتمتع مندوبو المشتريات، بسبب اتصالاتهم المستمرة مع الموردين في الداخل والخارج، بموقع ممتاز بالنسبة لتطبيق مبادئ تحليل القيمة. أن تحليل القيمة، كما رأينا، هو تقييم حساس لجميع عوامل التكلفة التي تصاحب المنتج، لتحديد ما إذا كانت مداخل تصميم وتصنيع بديلة ينبغي أن تستخدم للاستجابة لاحتياجات العملاء.

فمثلاً قد يحتاج جزء معين إلى عدد من عمليات التشغيل، تتضمن خراطة وتفريز وثقب وتجليخ لتحقيق النتيجة التي طلبها مصمم المنتج. وكل عملية منها لها تكلفة معينة، ويضاف إلى تكاليف العمليات، تكلفة التخطيط والتحكم في الإنتاج ومناولة المواد بين العمليات، وإذا أمكن تصنيع الجزء بالصب في قالب الذي يمكن أن يتحقق في عملية واحدة. فإن التكلفة تقل كثيرًا، وتكون الدقة كافية للوفاء بحدود السماح، المطلوبة إلا أنه، نظرًا لأن القوة الطبيعية للمادة لتتحمل الضغط والصدمات تقل في الصب في قالب، فإن الأمر يحتاج لدراسة القوة المطلوب توفرها في المنتج قبل اتخاذ قرار بالتحول للصب في قالب.

وفي تطوير منتج جديد، بعد أن يستقر الأمر بالنسبة للبدء بتجميع المنتج من مجموعات ومكونات مشتراة، تم تسويقه، تجرى دراسة اقتصادية للتدرج في تصنيع

المكونات وتجميعها في المصنع بدلاً من شرائها، كلما كان ذلك مخبريًا. إن القراء في هذه الحالة لا يغير خصائص المنتج، ولكنه يحوله جزء من قيمة التصنيع والتجميع من المورد إلى المصنع واشتراك أخصائيو المشتريات مع أخصائيي الغدارات الأخرى المعنية، يمكن أن يطور مدخلاً منظمًا لتقييم جميع المكونات المشتراة والتي تصنع في المصنع، الأمر الذي يمكن تحقيق توفيرًا في التكلفة بدون التضحية بالحاجات الضرورية للعملاء.

11-10 تعليم تحليل القيمة للآخرين

في المصانع التي تم فيها ممارسة هندسة القيمة لعدة سنوات، ترسخت سمعة مهندس القيمة، ويتزايد الاعتراف بمساهمته في تحسين الأمور. ومثل هذه الشركات تشجع مهندس القيمة على أن يعلم تحليل القيمة للآخرين.

إنه يدرب الأفراد الذين لهم علاقة بالتصميم والتصنيع وطرق الإنتاج والإشراف، والمشتريات والمواد والتغليف والتعبئة والنقل. وعلى الرغم من أن معظم الأفراد لا تتوفر لديهم القدرة الخلاقة ليصبحوا محللي قيمة، إلا أن التدريب يوجه تفكيرهم لسبل التشغيل بكفاءة، ويعلمهم الانتباه لطرق الإنتاج البديلة. هذا وتدعي المصانع التي لديها نظم لتلقي المقترحات، أن المقترحات أصبحت أكثر فائدة بعد التدريب على تحليل القيمة.

11-11 خاتمة

سواء أطلق عليها تحليل القيمة أو تعظيم القيمة، أو هندسة القيمة، فإن تحليل القيمة هي بالضرورة، تطبيق التحليل والفنيات الخلاقة بطريقة منظمة. وهدفها هو تحقيق الوظيفة الضرورية لأي منتج أو خدمة بأقل تكلفة كلية، مع الوفاء بمتطلبات الأداء والاعتمادية والقبول من العميل، وتحليل القيمة يوفر لهيئة الإدارة طريقة عمل جديدة للتعريف الوظيفي والتصميم الاقتصادي – إنه يستحث العظم والإرادة لدى المنشأة بأكملها، وفي جميع الأحوال يقلل التكاليف.

الفصل الثاني عشر

12- الهندسة المتزامنة

Concurrent Engineering (CE)

تقديم:

تتعرض الشركات التي تعتمد على طرق تقليدية في تصميم منتجات جديدة وإنزالها في السوق لهزات من جراء المنافسة التي تلقاها من الشركات العالمية. وتركز الكتب والمقالات والبحوث الأكاديمية حديثها على عدم المساواة فيما بين الشركات بالنسبة لتكاليف تطوير المنتجات وفترات الدورة، تكاليف التصنيع، النوعية، الاعتمادية وإرضاء العميل، وما وجده هؤلاء الكتاب كان 99% وعي فطري وإدراك بديهي، أنهم أعادوا اكتشاف الحكمة القديمة اعمل بذكاء أكثر وليس بجهد أكثر.

وكثير من الشركات في اليابان، الولايات المتحدة وغيرهما يعمل الآن بمقتضى هذه الحكمة. إنها تتنافس بنجاح على مستوى العالم لأنها طبقت نظامًا جيدًا لتطوير وتصنيع منتجات ذات نوعية جيدة، يأتي تحت عنوان الهندسة المتزامنة. وتبدأ هذه الموجة الجديدة للمباراة حول المنتج الجديد بعمل فريق متعدد الوظائف، إلا أنها تضمنت أفكارًا وفنيات توضح مسمياتها القواعد الجديدة: تصميم للتصنيع design for manufacturing وتحسين عملية مستمر هو continuous process improvement وعملية إدارة نوعية كلية total quality management ونشر وظيفة نوعية quality Function deployment QFD (انظر تعريف المصطلحات والفنيات). وعن طريق تكامل جميع هذه الظواهر تسعى الهندسة المتزامنة لخلق منتجات ناجحة جديدة بأن تجمع معًا، بكل سرعة ممكنة، في دورة التصميم موارد الشركة وخبرتها في التصميم، التطوير، التسويق،

التصنيع، الخدمة والبيع. ثم تركز هذه القدرات على تطوير وتصنيع منتج عالي النوعية بأقل تكلفة ويشبع حاجة العميل.

وتستخدم مجموعة بوينج للطائرات التجارية الهندسة المتزامنة لتطوير طائراتها الجبارة للنقل 777. وتتوقع أن تتم رسومات التصميم في فترة أقصر من طائرتها 767 بسنة ونصف. واستخدمتها شركة جون دير لتخفيض تكلفة تطوير معدات تشييد جديدة بنسبة 30% وتقصير وقت التطوير بنسبة 60% كما أن شركة التلغراف والتلفون الأمريكية طبقتها وخفضت الوقت اللازم لصنع منظومة تحويل إلكترونية إلى النصف.

واستكمالاً لاستعراض الأفكار والمداخل الحديثة للإنتاج والتصنيع تم تخصيص هذا الفصل للهندسة المتزامنة.

إن العنصر الرئيسي في الهندسة المتزامنة هو عمل الفريق بتعاون أفراد من إدارات عديدة طول عمر المنتج – من الفكرة إلى التقادم – للتحقق من أنه يعكس حاجات ورغبات العملاء. فمثلاً يعمل التسويق والهندسة والتصنيع معًا من البداية لتوقع المشاكل ونقط الاختناق وللتخلص منها مبكرًا، وبذلك يمكن تحاشي التأخيرات في إنزال المنتج في السوق والإخفاقات المكلفة في الخدمة. ويكون للمحاسبة والمشتريات أيضًا رأيهما ويساعدان على تحقيق تكلفة منخفضة للمنتج وإمدادات موثوق بها بالقطع والمواد.

ومع الهندسة المتزامنة لم يعد التسويق يعطي مواصفات المنتج للهندسة كأمر واقع. ولم يعد التصميم الهندسي يلقى من فوق الحائط إلى التصنيع ولكن يعمل الجميع معًا. وشبه أحد الصناعيين الهندسة المتزامنة بإلقاء المهندس من فوق الحائط (تعبير يدل على العمل الجماعي).

بيد أن الهندسة المتزامنة أكثر من عمل فريق. إن التصميم بمساعدة الحسوب والهندسة وأدوات التصنيع تلعب دورًا كبيرًا. ومنظومات مشاركة تدبر أمر معلومات

التصميم حيويان في المشروعات الكبيرة. وتعرف الهندسة المتزامنة أيضًا أسماء أخرى مثل الهندسة في وقت واحد أو الهندسة المتوازية (simultaneous or parallel engineering).

إن مصنعي الإلكترونيات الاستهلاكية اليابانيين مارسوها لسنوات بدون إعطائها اسمًا خاصًا بها إنهم اعتبروها ببساطة مزاولة جيدة للعمل وحسًا هندسيًا.

وفي هذا الفصل سيتم محاولة إعطاء فكرة عن الهندسة المتزامنة وتطبيقها وتقديم أفكارها الرئيسية ووصف الجهود لتعجيل نموها وذلك بغرض التعريف بها.

12-1 الهندسة المتزامنة لتعمل تتطلب مدخلاً من كل فرد

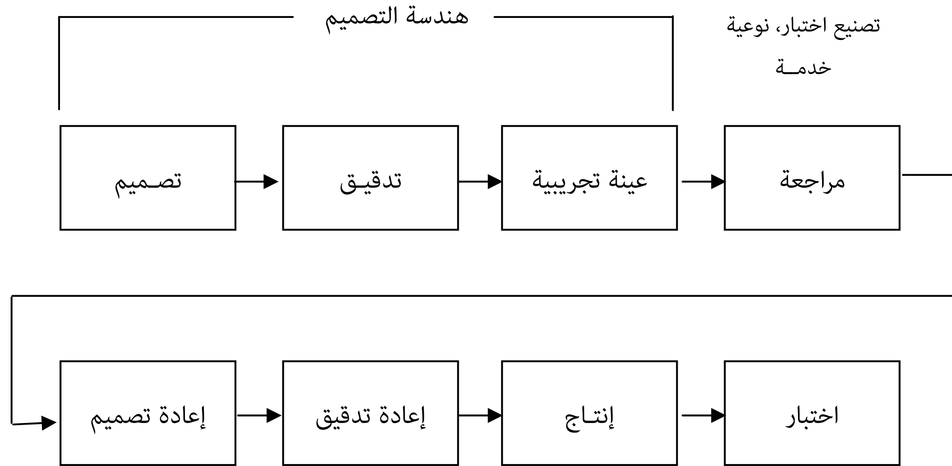
إن المنشآت التي طبقت الهندسة المتزامنة حققت منتجات أفضل تصميمًا ونوعية وأنزلتها في السوق في وقت أقصر وأقل عيوبًا الأمر الذي حقق ربحًا أكبر وكسبًا لحصة في السوق أكبر من منافسيها.

إن بدء العمل بالهندسة المتزامنة والمحافظة عليها ليس سهلاً إنها تتطلب تكريسًا وضبطًا وربطًا، كما تتطلب تغييرًا ثقافيًا كاسحًا. إنها تعتمد اعتمادًا كبيرًا على عمل الفريق بين جميع الأفراد المعنيين المرتبطين بتطوير المنتج، بالإضافة إلى علاقة وثيقة مع العملاء والموردين.

ومع الهندسة المتزامنة، يمكن (أ) تعديل المنتجات بسرعة وفقًا لطلب العملاء من خلال إعادة الاستثمارات الهندسية لمواكبة التغييرات في متطلبات العملاء مهما تعددت هذه التغييرات، (ب) تقصير فترتي وضع الأمر ودورة المصنع، (ج) إحلال التخطيط على المواجهة محل إعادة التصميم وإعادة العمل، (د) زيادة نسب الانتفاع من المواد في المصنع factory yields لأعلى من 95%، (هـ) زيادة اهتمام واعتزاز الأفراد بأعمالهم.

إن تنفيذ الهندسة المتزامنة يشبه وضع برنامج نوعية موضع التنفيذ. إنه يتطلب أن تنشغل به المنشأة بأكملها من القاعدة إلى القمة، وأن يتعلمه كل فرد بحيث يتكلم الجميع لغة واحدة.

إن التنظيم التقليدي وهو التنظيم المسلسل serial organization يعوق الاتصال الذي يلزم للهندسة المتزامنة لتؤدي عملها، والعائق الأكثر وضوحًا هو الفصل بين الوظائف المختلفة. إن التصميم لا يعطي لمهندسي التصنيع والاختبار، والنوعية والخدمة الفرصة للمراجعة إلا بعد أن يتم التحقق من صحته بواسطة إما المحاكاة أو العينة المجسمة أو بكلتيهما (شكل 1-12) هندسة المسلسل.



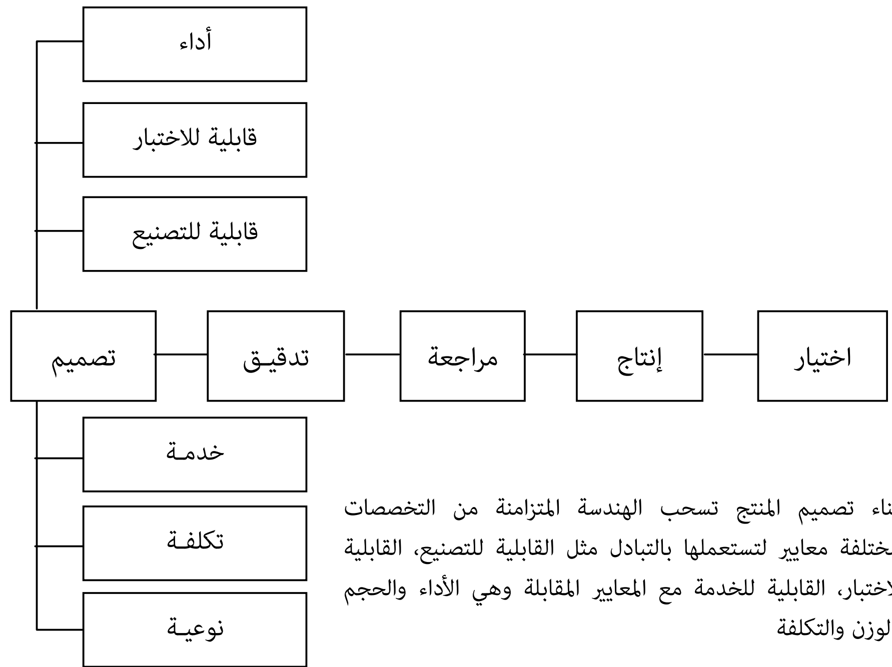
تتميز هندسة المسلسل بأن الإدارات لا تمد التصميم بمدخلات للتصنيع وللاختبار وللنوعية وللخدمة فقط إلا بعد أن يكون المنتج قد تم تصميمه وتدقيقه وعمل عينته التجريبية

شكل (1-12) هندسة المسلسل

عادة يتطلب الأمر إجراء تغييرات تضيف إلى تكلفة تطوير المنتج وتزيد من فترة إنزاله للسوق، وإذا لم يتم إجراء بعض التغييرات بسبب ضغط شديد للحاجة إلى سرعة إنزال المنتج للسوق، أو كون التصميم متأخرًا عن البرنامج الزمني، فإن المراجعة تكون لمجرد تعريف المعنيين الآخرين بالمشاكل التي سوف يواجهونها فيما بعد.

12-1.1 الخبراء المتكاملون

وفي الناحية الأخرى، يعمل تنظيم الهندسة المتزامنة على تكامل خبرة جميع وظائف المنشأة مع مرحلة تصميم المنتج شكل 122 الهندسة المتزامنة.



شكل (12-2) الهندسة المتزامنة

إن التحسينات المتعلقة بسهولة الإنتاج والاختبار والخدمة تتم في الوقت نفسه مع التحسينات الخاصة بالأداء والحجم والوزن والأجزاء والتكلفة.

وعندئذ عند التحقق من صحة التصميم، يكون التصميم فعلاً قابلاً للتصنيع وقابلاً للاختيار وقابلاً للخدمة وذا نوعية جيدة، ولا يكون من المحتمل أن تكشف المراجعة عن مشكلات يصعب حلها.

وفي الهندسة بمساعدة الحسوب Computer aided engineering (CAE) الموقف الآن هو أن يكون هناك جزرًا للتصميم والتصنيع، واختبار الآلية. وبعض هذه الجزر مرتبط جيدًا والبعض ليس كذلك، إلا أن هناك تقدم يتحقق حتى وإن كانت مهام تصميم عند البداية Front – end design هي - لبساطتها الأكثر رواجًا بين بائعي وسائل الهندسة بمساعدة الحسوب. ولكن إطارات عمل الهندسة بمساعدة الحسوب التي تدعم جميع المهام الهندسية يجرى دراستها، ويحتاج الأمر أيضًا إلى وسائل تخليقية تتضمن قاعدة منظومة خبرة expert system rule تدقق مهام هندسة متزامنة أكثر واقعية (مثل التصميم للقابلية للتصنيع والقابلية للاختبار والقابلية للخدمة). ويجرى العمل لتطوير وسائل للمحاكاة في الوقت نفسه لكل من تصميمي المنتج وعملية الإنتاج. والمنظومات ينبغي أيضًا أن توفر شبكات لقواعد بيانات تصميم لعمليات التصنيع والتحكم.

12-1.2 العمل معًا مطلوب

ومن الصعوبات التي تواجه الهندسة المتزامنة أن أعضاء فريق تطوير المنتج لا يكونوا جميعًا في مكان واحد ولذلك فإن الاتصال بينهم لا يكون كاملاً بالقدر المطلوب. والحل الأفضل هو أن تكون مواقع الأعضاء قريبة بعضهم من البعض الآخر، الأمر الذي يعزز أيضًا روح الجماعة بالنسبة لمسئولية إنزال المنتج إلى السوق في أسرع وقت ممكن بأقل قدر من الصعوبات. وهذا الحل يساعد على الاحتفاظ بأماكن عمل للتخصصات المساعدة التي لا تعمل في المشروع طول الوقت. وهذه الأماكن الخالية

تذكر الآخرين بهذه التخصصات حتى لا يغفلوا في الحصول على المدخلات الخاصة بها.

وإذا لم يكن إيجاد أعضاء الفريق جميعهم في أماكن متقاربة فيجب على الأقل أن توفر بينهم شبكة اتصالات إلكترونية أو خدمة بريدية إلكترونية.

وقد يكون بديلاً لذلك، وأحيانًا إضافة، أن يصاحب فريق تطوير المنتج، المنتج أثناء مراحل تصميمه وتطويره، الأمر الذي يعلِّم أعضاء الفريق عواقب قراراتهم السابقة.

12-1.3 التأثيرات الخارجية

إن القدرة التنافسية الآن تتطلب السعي للقرب من كل من العملاء والموردين. والقرب من العملاء لا يعني أن نبقي أفراد التسويق والبيع أكثر قربًا. ولكن أيضًا فريق تصميم المنتج حتى يمكنه أن يفهم بالضبط ما ينبغي عليه أن يصممه. والموردون يمكنهم أيضًا أن يكونوا أعضاء مقيدين في فريق تطوير المنتج، فإنه على المدى البعيد يكاد يكون دائمًا شراء شيئًا موجودًا فعلاً أرخص من تطوير التصميمات والعدد وخبرة التصنيع محليًا. إن جهود التطوير ينبغي أن تبذل في القيمة التي تريد الشركة أن تضيفها للمنتج التام وليس للأجزاء العادية المكونة له، باستثناء بطبيعة الحال مكونات التقنية أو العمليات التي تملكها الشركة.

إن المنشأة بالعمل قريبًا من الموردين تستفيد من خبرتهم بتكاليف قليلة أو بدون تكاليف. فهم يمكنهم في كثير من الأحيان أن يقدموا مقترحات أفضل وأقل تكلفة. كما أن تقليل العدد العام لموردين يقلل أيضًا التكاليف الإضافية للمشتريات والتفتيش ومسك السجلات. ومعلومات الموردين يمكن أيضًا أن تكون مفيدة في تقدير التكاليف مبكرًا في مرحلة تصميم المشروع.

وإذا أملت متطلبات العملاء مدخلاً للتصميم يخرج عن قدرات الشركة. فإنه ينبغي

أن يتم إعلام ذلك للجميع بحيث يمكن عمل خطط تحقق هذا المدخل. وقد يحتاج الأمر إلى الاستعانة بمصدر خارجي أو تعديل المدخل ليتمشى مع قدرات الشركة.

إن دورات حياة المنتج التي أصبحت أقصر وفترات نزول المنتجات للسوق التي زاد الضغط بالنسبة لها تقتضينا الآن التخلي عن فلسفة «أعد العمل حتى تصل للصحيح» لصالح فلسفة «العمل الصحيح من أول مرة». والعمل الصحيح يتمخض في مجموعة صحيحة من تصميمات متعاقبة لنجاح المنتج (وأيضًا مزاولة العمل). في ضوء ما يريده العميل، وما تقدر عليه الشركة وما يمكن للمنافسين أن يقدموه.

12-2 الهندسة المتزامنة: تعريف المصطلحات والفنيات

مقدمة

أصبحت طرق تعظيم التصميم القوية جزء هام من ممارسة الهندسة المتزامنة. إذ بينما تركز مساعدات التصميم العادية مثل إرشادات التصميم وقوائم المراجعة على مجال اهتمام واحد، فإن الطرق الجديدة تجعل من السهل الإبقاء على مدى واسع من الموضوعات تحت النظر في وقت واحد أثناء مرحلة تصميم تطوير المنتج. إنها في جوهرها وسائط «مسك دفاتر» ترتب كميات كبيرة من المعلومات بحيث تعزز قدرة فريق الهندسة المتزامنة ليستخدمها ويعبر الحدود الوظيفية.

وفي معظم الحالات يساعد عنصر مركزي توضيحي بالرسم، الفريق في تصور العناصر والعلاقات الرئيسية في حل تصميم متعدد النواحي. وكانت الطرق حتى وقت قريب تنفذ بالقلم وورق الرسم أو لوح للتوزيع مؤسسة على برمجيات. ويجرى العمل لأن تصبح متكاملة مع وسائل آلية للتصميم ومنظومات تصنيع بمساعدة الحسوب، وقبل كل شيء مع وسائل لتدبر أمر المعلومات الموجهة بصفة خاصة للهندسة

المتزامنة. ومع المزيد من استخدام الحسوب سيتزايد تخزين وإعادة تطبيق نتائج هذه الطرق المتكاملة والبيانات المساندة وتعجيل تحسين المنتج لعدة أجيال.

وبصرف النظر عن الشكل الذي تأخذه في المستقبل فإن هذه الطرق التقليدية ينبغي أن تكون جزء من المعجم القديم لمهندس التزامن.

12-2.1 نشر وظيفة النوعية (ن و ن Quality function deployment (QFD

إن (ن و ن) هو زوج من اللوحات يربط رغبات العميل الموضوعية (تسمى صفات لعميل المميزة ص ع م) customer attributes CA بالخصائص الهندسية الكمية (خ هـ) وعندما تتقاطع (ص ع م) مع (خ هـ) في اللوحة الأولى تبين رموز بسيطة علاقة قوية أو ضعيفة إيجابية أو سالبة. ويوجد مجال لملاحظة أهمية كل (ص ع م) وقياس كمي لكل (خ هـ). وتبين اللوحة الثانية العلاقات قياسات (خ هـ) بواسطة ربط بين أعمدة (خ هـ) في اللوحة الأساسية في مصفوفة تشبه لوحة مسافات الطريق السريع. وهنا أيضًا تعبر رموز بسيطة عن درجة العلاقة.

ويمكن لفريق هندسي أن يحدد ما هي (ص ع م) الهامة (بسبب إما أن العميل يريدها أو لأن المنافسين يوفرونها) ومجموعة (خ هـ) التي ينكبون عليها لتحسين كل (ص ع م). ويمكن للفريق أيضًا أن يلاحظ ما إذا كانت جهود تحسين أي (ص ع م) يضر (ص ع م) أخرى.

12-2.2 التصميم للتصنيع والتجميع Design For Manufacture and Assembly (DFMA)

التصميم للتصنيع والتجميع عبارة عن فلسفة للتصميم وصرة برمجيات تنبهان مهندس التصميم إلى عواقب التصنيع المتعلقة بعملهم. وبرامج التصميم للتصنيع والتجميع مؤسسة على سنوات من البحث لمهندسي تصنيع ومهندسي برمجيات وتزود بيانات كمية عن معايير تصنيع مثل معدلات تشغيل آلات أوقات تجميع وخواص

مواد يمكن بواسطتها لمصمم أن يقدر بسرعة وبدقة الجهد الذي ينطوي عليه تصنيع تصميم ما قبل أن يصبح الوقت متأخرًا جدًا لدراسة بدائل.

وعلى عكس التحليل مكون فمكون ويمكن الحصول على البرمجيات من شركات متخصصة لقابلية التقديم لمنظومة System Production فإن التصميم للتصنيع والتجميع يجعل المهندس لا يفقد أبدًا منظر المنظومة وينظر للمكونات. إنه يركز على تكاليف الإنتاج بحيث أن تعقيد القطعة يمكن أن يقايض مقابل عدد القطع وصعوبة تجميعها.

12-2.3 التصميم القوي Robust Design

طور أحد اليابانيين فكرة التصميم القوي بين سنتي 1949 و 1961 وحصل على جائزة اليابان المميزة دمنج deming prize عن جهوده. والتصميم القوي يقلل لأقل من الأمثل less than optimal التفاعلات فيما بين أجزاء المنتج التي تسببها العوامل الخارجية مثل تغييرات المحلية التصنيع والتشغيل السيئ (مثل التشغيل بتيار كهربائي منخفض الضغط)، والبيئة (مثل الرطوبة الأعلى من المسموح بها).

والتصميم القوي ليس مثل التصميم المتين rugged design (أو التصميم المتحفظ conservative design الذي يزيد من التكلفة مثل زيادة العازل أو استخدام مكونات أعلى اعتمادية، بل إنه يسعى إلى تقليل حساسية المنتج لمصادر المتغيرية variability عن طريق الاختيار الدقيق لقيم التصميم.

12-2.4 وظيفة فقد النوعية Quality loss function

يتطلب تقليل المتغيرية variability حالة عقلية مختلفة جدًا عن تلك التي للتصميم التقليدي وهندسة التصنيع. أن المقدمة المنطقية هنا هي أن أي انحراف عن القيمة المثلى لخاصية منتج، حتى وإن كان بين حدود السماح tolerance، يكون مكلفًا، ووظيفة فقد النوعية هي معادلة طورها صاحب فكرة التصميم القوي ليحسب بها التكلفة. إنها

تعبر عن أن الفقد في النوعية يزيد مع مربع الانحراف عن القيمة المستهدفة فمثلاً، احتمال أن يجمع جزءان أو أكثر لهما انحراف بسيط ليشكلا منتجًا معيبًا – أو منتجًا يفشل قبل الأوان – يزيد مع مربعي الانحرافين.

وتكلفة فقد النوعية تظهر في العديد من الأسئلة المحيرة: تكاليف الضمان، تكاليف الإصلاح أو الاستبدال التي يتحملها العميل، فقد رضاء العميل أو السمعة.

12-2.5 نسبة الإشارة إلى الضوضاء signal – to – noise ratio

بالإضافة إلى تقليل الانحرافات إلى الحد الأدنى، يسعى التصميم القوي لعزل المنتج ضد المصادر الخارجية للمتغيرية «الضوضاء» في التصنيع والاستخدام. ويكون الهدف هو اختيار قيم التصميم التي تعظم الإشارة signal الخاصة بالخصائص الرئيسية للمنتج بالنسبة للضوضاء المتوقعة بشكل معقول، وما يزال من الصعب اختيار قيم التصميم لتعظيم نسبة الإشارة / الضوضاء، إذ توجد تغيرات كثيرة، وتفاعلها مع قيم التصميم معقد جدًا. بحيث يبدو أن تحليل هذه التغيرات ينطوي على تكلفة وصعوبة هائلتين فمثلاً، بافتراض 13 متغير وتصميم وكل متغير يخضع لثلاثة أنواع من التغييرات (منخفض ومتوسط وعالي) فإن الأمر يتطلب دراسة بدائل تصميم مجموعها 1594323.

12-2.6 تجربة بواسطة الترتيبات المتعامدة Experiment by orthogonal arrays

لتفادي التجارب الكثيرة أدخل مطوِّر التصميم القوي فكرة الترتيب المتعامدة، وفيها يتم تغيير معايير عديدة في وقت ما بنمط يتغير من تجربة لتجربة (كل نمط يمثل ترتيب لمتجهات vectors متعامدة). الأمر الذي يشطر عدد التجارب بالنسبة للحجم من 1.5 مليون في المثل السابق الخاص بـ 13 متغير، إلى 27 فقط. وتجارب الترتيب المتعامد لا تعطي قيم تصميم معينة ولكنها تظهر مدى أهمية كل منها من حيث القوة، وبعد ذلك يمكن لمصمم يضبط عند الصفر على قيم مثلى.

12-2.7 التحكم الإحصائي للعملية statistical process control (SPC)

تعتمد النوعية بواسطة التفتيش على مستوى معين للعيوب، بحيث يمكن أن تحدد مصدرها بدقة، وعلى أن تكون العيوب وقتها قليلة بصفة عامة ومتباعدة فيما بينها. وعلى ذلك فإنه بدلاً من محاولة إيجاد عيوب في منتجات تامة، فإن التحكم الإحصائي للعملية يسعى لأن يتدبر أمر ويصحح انحرافات في النوعية في عملية التصنيع ابتداء بالمعرفة المستفيضة بالرابطة بين هذه الانحرافات وعيوب المنتج.

12-2.8 وسائل إيشيكاوا السبعة Ishikawa's Seven tools

ضمن كاوريو أبشيكاوا مفاهيم رياضية مطلقة (م ر م) Abstract mathelica concepts في خرائط ورسومات بسيطة تستخدم بواسطة منتجي (عمال) المصنع العاديين. لقد أعطاهم سبعة وسائل قوية تعزز إنتاجيتهم بينما تقلل المتغيرية في جزء العملية الخاص بهم: رسومات تخطيطية للسبب والتأثير cause and effect diagrams لوح تدقيق، رسومات تاريخية histograms، رسومات تحكم تخطيطية control charts، رسومات بعثرة scatter diagrams، ورقة احتمال ذات حدين binomial probability paper وقد أخذ أيشيكاوا وسائل إحصائية أساسية وبسطها وعدّلها لخلق صرة قابلة للاستخدام. وقد استوعب أفكاره في مصانع كاوازاكي للصلب في 1943 وطوّرها فيما بعد كأستاذ في جامعة طوكيو وحصل نتيجة لعمله على جائزة ديمنج وجائزة امتياز من الجمعية الأمريكية للتحكم في النوعية.

12-2.9 رسم بياني عظم السمكة fishbone diagram

إن رسم السبب والتأثير لأيشيكاوا – المسمى أيضًا رسم عظم السمكة لما له من هيكل عمود فقري وضلوع يطبق بصفة خاصة على الهندسة المتزامنة إنه يبدأ بتأثير effect (عملية أو خطوة تابعة) كعمود فقري. وهو يعمل للخلف. مع كل طائفة رئيسية

من الأسباب causes (عمليات مؤثرة) مضافة كضلوع، وتضاف أسباب معينة – أو معلومات تكميلية عن سبب ما – كفروع على الضلوع. الرسم النهائي يكون مدعاة للإعجاب. ولكن يمكن لفريق التصميم أن يستخدمه لدراسة ترتيب للأسباب والتوابع، يبدو أنه غير قابل للفهم، وذلك لإيجاد الأسباب والتوابع الحرجة.

12-2.10 مصطلحات أخرى

والمصطلحات الآتية التي سبق ذكرها في فصول سابقة تظهر كثيرًا ما أيضًا في المناقشات الخاصة بالهندسة المتزامنة.

12-2.10.1 تحسين العملية المستمر Continuous Process Improvements (CPT)

إن تحسين العملية المستمر هو دراسة منتظمة مستمرة لعملية سنة بعد أخرى لإيجاد طرق لتحسينها. وتطبيق تحسين العملية المستمرة على الهندسة المتزامنة يقلل وقت التطوير والتكاليف النهائية بالنسبة للمنتج الذي يصنَّع بواسطة العملية.

12-2.10.2 التسليم في الوقت بالضبط just-in-time Delivery (JIT)

إن طرق تصنيع التسليم في الوقت بالضبط توفر المكونات والمجموعات عند الحاجة إليها، بحيث لا تكون هناك ضرورة للاحتفاظ بمخزون كبير منها، الأمر الذي يخفض التكاليف.

12-2.10.3 عملية إدارة النوعية الكلية Total Quality Management

تطبق عملية إدارة النوعية الكلية مجموعة مبادئ لتركز على الاهتمام المستمر لكل فرد في الشركة بالنوعية في كل خطوة تصميم وتطوير وتصنيع. والغرض الأهم لتطبيق عملية إدارة النوعية الكلية هو زيادة القيمة للعملاء.

12-3 قواعد جديدة للشركات التي على مستوى عالمي

12-3.1 العمل بالتوازي

إن الهندسة المتزامنة يمكن أن تقصر العملية الشاملة لتطوير المنتج لسبب أساسي هو أن خطوات العمل يتم تناولها بالتوازي بدلاً من التسلسل كما هو معتاد. وكذلك يتم تحسين وقت وصول المنتج للسوق لأن الهندسة المتزامنة تقلل من عدد المحطات التي يمر بها المنتج. إن العينات التجريبية الأولى لا تفي فقط بالمواصفات ولكن أيضًا تكون متمشية مع قدرات الشركة التصنيعية.

ويوجد مثال من صناعة السيارات اليابانية، يوضح كيف يمكن للهندسة المتزامنة أن تحقق مردودًا مقاسًا بعدد الرجل ساعة المبذولة، أخذ اليابانيون من منتصف حتى أواخر الثمانينات ليس أكثر من نصف الوقت تقريبًا الذي أخذته الشركات الأمريكية لتطوير وإنتاج سيارة جديدة. وكانت نتيجة عدم المساواة هذه هائلة. فقد كانت تعني أن اليابانيين وجدوا أن صنع عددًا أقل من السيارات من أي طراز وإلقائه في السوق وقتًا أقصر هو أمر أكثر ربحًا. وبذلك يمكنهم أن يدعموا تنوعًا أكبر من المنتجات ويستهدفوا بها شرائح أكثر من السوق. وهذه الإستراتيجية في حد ذاتها يمكن أن تؤدي إلى المزيد من المبيعات ومن الأرباح.

ونظرًا لأن معظم الربح من منتج ناجح يتحقق مبكرًا في دورة حياته، فإن الدورات الأسرع للسيارات في السوق يسمح بتقاعدها من السوق بعد تصريف عدد أقرب للعدد الذي يحقق الربحية المثلى. ثم يمكن بعد ذلك استبدال بها منتجات جديدة هي أكثر استجابة لرغبات العميل ومصنوعة بواسطة تقنية أكثر تقدمًا وأقل تكلفة. ولكن الحصول على كل شيء صحيحًا من أول مرة هام جدًا لأن المنتجات التي لها عمرًا أقصر لا توفر وقتًا للشركات لتصحيح أخطاء التصميم أو لتعيد هندسة المنتجات بغرض تحقيق تكلفة أقل ونوعية أعلى.

إن الهندسة المتزامنة تنطوي على أن تبني الشركة نجاحها على تفهم احتياجات عملائها وكذلك تفهم عمليات التصنيع الخاصة بها والخاصة بمورديها من الباطن.

12-3.2 سن فوق الحائط

في معظم تاريخها. اعتادت شركات الإلكترونيات في الولايات المتحدة أن تعمل بأن تلقى المنتجات الجديدة التي تم تطويرها بمعرفة في أقسام التصميم الخاصة بها من فوق الحائط over the wall أي بدون أن تتشارك هذه الأقسام في مرحلتي التصميم والتطوير إلى أقسام التصنيع. وبعد ذلك كان دور قسمي هندسة المنتج والتصنيع أن يتوليا التحقق من أن المنتج كان قابلاً للتصنيع، وبمجرد أن يتقرر ذلك يقوما بتصنيعه.

وهذه العملية تؤدي بالضرورة إلى إعادة تشغيل. فمثلاً لأسباب تتعلق بتحسين القابلية للتصنيع manufacturability، قد يتطلب الأمر تغيير أبعاد قطعة أو حدود سماحها tolerances. ولكن توجد مشكلة أخرى في هذا التقسيم للتخصصات وعدم المشاركة بين الأقسام: أن التصنيع سوف لا يعرف ما هي الأبعاد وحدود السماح الحرجة بالنسبة لأداء المنتج، ولا تلك التي يمكن التراخي فيها لتحسين كفاءة التصنيع ونسبة الانتفاع بالمواد yield. وعلى ذلك فإن خصائص «اصنع أو اكسر» تتغير فقط لأن قبول منتجًا له قابلية حدية للتصنيع أفضل من التضحية بالأداء المتثبت منه (أثناء صنع العينة التجريبية prototyping من أجل جعل الوحدة أسهل في التصنيع.

وأي تغييرات أيضًا تعني بدورها أنه ينبغي تغيير المستندات مثل عدد القطع وربما قوائم القطع وأشكالها ورسومات التجميع هي الأخرى، وقد يتطلب الأمر إعادة تشغيل وربما إعادة مناقشة العقود مع الموردين.

وتاريخيًا بمجرد أن ينزل منتج معظم شركات الإلكترونيات إلى السوق، تسجل أقسام التسويق والخدمة شكاوى العملاء حول المنتج وأداءه مقارنة بالمواصفات المعلن عنها. وبعضها يدرس أيضًا تقارير فنيي الخدمة حول التصليحات ومعدلات العيوب

للأجزاء والمجموعات. إلا أنه في حالات كثيرة ما زالت الشركات لم تتعلم من أخطائها السابقة. فإنها غالبًا ما تفشل في إيجاد روابط الاتصال لأخطار أقسام التصميم والتطوير بنواحي القصور التي اكتشفت في الخدمة الميدانية. وهذا يحدث أحيانًا بسبب أن كثيرًا من الشركات لا يتوفر لديها مهارات الإدارة أو الموارد أو منظومات المتابعة لتتعرف على نواحي القصور. ولكن المهندسون أيضًا ينحازون بشدة لعلاج المشاكل في المنتجات الجارية. وليس لمنع المشاكل المستقبلة من خلال الوقوف على الأسباب الجذرية ومنعها وذلك في عملية التطوير الأساسية.

وعلى ذلك فإن الشركات تستمر في أن تخرج منتجات جديدة بنفس المستويات (المنخفضة) لإرضاء العميل والنوعية والتكلفة. وبذلك فإن مشاكل جيل من المنتجات قد تنتقل أحيانًا إلى الجيل الذي بعده.

والمحاولات التي تتم لتصحيح هذه المشاكل تتضمن برامج تحسين بعد معرفة العيب وبعد الإنتاج. أو إدخال برامج تخفيض تكلفة وهندسة قيمة لإعادة تصميم المنتج وتخفيض تكلفته وهندسة قيمه لإعادة تصميم المنتج وتخفيض تكلفته أو رفع مستوى نوعيته بعد أن يكون قد قدم للتصنيع.

إنما يمكن أن يفيد في النهاية هي إرشادات وأمثلة لما يعمل وما لا يعمل بالنسبة لتصميم الأجزاء، تصدرها أقسام التصنيع والخدمة. على أن مشكلة هذه القوائم هي أنها هي أيضًا تُلقى من فوق الحائط (في الاتجاه المعاكس بطبيعة الحال) وتفشل في أن تعكس حركيات التغيير عبر كل من التصميم والتصنيع.

12-3.3 التحول إلى البحث والتطوير

مع الهندسة المتزامنة، لم تعد المنتجات الجديدة هي الميدان الوحيد لقسم البحث والتطوير نظرًا لأنه منذ بداية الهندسة المتزامنة ينبغي أن تنشغل جميع أقسام المنشأة في تطوير المنتج، فإن عمل الفريق الفعال تعتمد على المشاركة في الآراء والأهداف التي

يخرج عن نطاق التخصيصات المباشرة والولاءات للأقسام. ومثل هذا السلوك لم يكن يتعلمه بحذافيره المهندسون في كليات وجامعات الولايات المتحدة. وحتى تنجح الهندسة المتزامنة ينبغي أن يقوَّم العمل الجماعي والمشاركة تقويمًا عاليًا في المنزلية التقليدية فيها التي للجدارة الفنية والقدرة الخلاقة، وأن يكافئا أيضًا بأن يجعلا جزء لا يتجزأ من تقييم أداء المهندس.

وفي وضع فنيات الهندسة المتزامنة موضع التنفيذ، تُصمم طرق نشر وظيفة النوعية لتستمع لصوت العميل، وبمجرد أن يتمن تعريف طلبات العميل تعريفًا جيدًا يمكن تركيز مواصفات المنتج على ما يحتاجه العميل فعلاً. وهذا حقيقي بصفة خاصة فيما يتعلق بالمنتجات المتطورة حيث يكون العميل واعيًا للخيارات والقدرات بالنسبة للمنتجات المطروحة فعلاً في السوق.

ومثل هذه القرارات، التي تتخذ خلال مرحلتي تعريف وتطوير منتج جديد يكون لها فعالية كبيرة ويكون لها أعظم الأثر على تكاليف دورة حياة المنتج الكلية.

وفي التصنيع، يمكن للهندسة المتزامنة بمساعدة وسائل إدارة النوعية الكلية أن تؤدي إلى مواصفات منتج وحدود سماح تصنيع تغلان أقل تكلفة إنتاج وأعلى نوعية. ويمكن لمعدلات الإنتاج أن تتصاعد بسرعة إلى الحدود القصوى بعد بدء الإنتاج لأن عملية الإنتاج تكون قد تم توثيقها جيدًا والتحكم فيها.

والدرس الهام الذي ينبغي أن يحفظ جيدًا هو أن طرق الهندسة المتزامنة، باعتمادها على أوسع قاعدة لمدخلات الشركة، تساعد على تصميم المنتج تصميمًا صحيحًا منذ البداية، هذا بالإضافة إلى أنه باستخدام تحسين العملية باستمرار فإن الهندسة المتزامنة لا تؤدي إلى خط أفقي في منحنى المنافع بل أن التحسينات ستستمر حتى عندما يأتي الوقتِ، على سبيل المثال، لتقليل وقت التطوير أو تصعيد الإنتاج بمعدل أسرع.

12-3.4 قياس النتائج

يمكن قياس نتائج جهود الهندسة المتزامنة بمقارنة النتائج التي تكتسب نتيجة لعملية التطوير الجديدة بتلك التي تتحقق بالنسبة للمنتجات الأقدم.

وقد حققت شركة ميركري لمنظومات الحسوب الأمريكية Mercury Computer Systems Inc نتائج جيدة في مجال الهندسة المتزامنة. فقد أمكن للشركة أن تقلل كثيراً دورة تسليم لوحة كهربائية جديدة من الموافقة على التصميم إلى التسليم للعميل للاختيار وذلك إلى 90 يومًا (باستخدام الهندسة المتزامنة) بدلاً من 125 يومًا (باستخدام هندسة التسلسل). وهذا الإنجاز يسترعي النظر، بصفة خاصة، لأن الشركة استخدمت بالإضافة إلى إمكاناتها الذاتية، إمكانات موردين خارجيين في أعمال التخطيط والتصنيع والتجميع الخاصة باللوحة، التي تنطوي على معالج دقيق microprocessor، 40 ميجاوات. وقد بنت الشركة نجاحها على تفهمها لحاجات عملائها وكذلك لعمليات التشغيل الخاصة بها وبمورديها من الباطن.

12-3.5 شق الطريق للعمل cranking – up

في تشكيل فريق من وظائف أو تخصصات مختلفة يكون أفضل حل هو وضع أهدافًا معينة مبكرًا ما أمكن. وينبغي أن تكون هذه الأهداف مغامرة وطموحة وليست تطويرية وأن تكون مبنية على خبرة مع منتجات مستخدمة فعلاً.

فمثلاً 10% إن تحسين في تكلفة منتج جديد، في فترة تقديمه للسوق، أو في اعتماديته سوف لا تكون كافية. فإن المنافسة يحتمل أن تتطلب أكثر من ذلك كثيراً.

وينبغي أن يجمع جهد الهندسة المتزامنة بين الهندسة بمساعدة الحسوب والتصميم بمساعدة الحسوب والتصنيع المتكامل بالحسوب وبين التصميم للتصنيع. ومن الحيوي هنا مراعاة الآتي:

- توثيق الإمكانات والمحددات الخاصة بعملية الإنتاج الجارية مع تحليل هيكلي ورسومات تدفق بيانات. واستخدامها في التخلص من المهام الزائدة.
- مراجعة الأجزاء الجديدة والمجموعات فيما يتعلق بالقابلية للتصنيع، القابلة للخدمة، القابلية للاختيار، والقابلية للتصليح. والتحقق من تضمين التركيز التقليدي لمراجعة التصميم مثل النجاعة الفنية والنوعية الشاملة.
- تطوير شبكة حسوب متكاملة لاستخدام التصميم بمساعدة الحسوب والبيانات والهندسة في تحميل معدات التصنيع. الأمر الذي يمنع وجود أخطاء في استخراج البيانات الخاصة بعدد وأدوات التصنيع والتجميع.
- تطوير التزويد بالبرمجيات software بقدر الإمكان حتى يمكن لقسم التصنيع أن يصنع جميع العينات التجريبية. وينبغي أن يخصص التصنيع أعلى أسبقية لإنتاج هذه العينات كما ينبغي أن يسجل أي تناقضات في تعليمات التصنيع والتجميع. وإخلالات بمعدات الإنتاج أو قيود العملية وأخطاء وثائقية وعدم ضبط وضع أحد الأجزاء أو إخفاقه في أداء وظيفته. والتغذية الخلفية بكل ما يتعلق بالقابلية للتصنيع ينبغي أن تقدم فورًا لقسم التصميم مع العينات وتغييرات التصميم المقترحة. وينبغي أن تحلل هذه الموضوعات بقدر أكبر في منهجية تتعلق بتصميم القابلية للتصنيع.
- وعند إنتاج عينات تجريبية لا ينبغي استخدام قسم خاص، مثل ورشة النماذج. إن المنتجين في هذه الأقسام ماهرون جدًا ويمكنهم ليس فقط تصنيع أو تجميع الأجزاء بواسطة معلومات غير كاملة، ولكن أيضًا يمكنهم أن يفعلوا ذلك بواسطة عمليات تصنيع هامشية.

عندئذ عند استخدام موارد إنتاج عادية فإن الأجزاء قد لا تكون لها القابلية للتصنيع نفسها وفقًا للمواصفات لأن المنتجين العاديين لا تكون لهم المهارة نفسها.

12-3.6 التحليل المهيكل Structured Analysis

بالنسبة للتحليل المهيكل يوجد في السوق كثير من حزم packages البرمجيات للمساعدة في رسم الهيكل ورسومات تدفق البيانات. وتتميز هذه الرسومات بأنها تستخدم فقط رموزًا وفنيات قليلة لتمثل بالرسم منظومة أو عملية معقدة.

وفي الأصل كان التحليل المهيكل والتصميم أداتين لمطوري البرمجيات الذين احتاجوا لوسيلة لعمل تقسيمًا مسلسلاً ومتدرجًا hierarchical breakdown ووصفًا لأنماط منهجيات. وعندئذ حل هذا الترتيب محل الرسم التقليدي للتدفق لما صار حجم مشروعات المنهجيات وتعقيدات البرمجة في ازدياد.

والآن تستخدم الرسومات مدخل منظومة المسلسل المتدرج hierarchical approach لتوضيح تصميم معقد ومهمة وتصنيع أو معلومات لمعالجاته. وهذه الرسومات تبين مصدر ومكان وصول تدفق المعلومات المرسلة. وغالبًا ما تلقي الضوء على الزيادات عن الحاجة وحالات عدم الكفاءة في المنظومة. وهناك ميزة أخرى هي أن تدفقات المعلومات بين منظومة وأقسام مختلفة يمكن أيضًا تمثيلها بالرسم. وهكذا يمكن أن تصف الرسومات المنظومات المعقدة للتسويق، البيع، التصنيع، والتحكم في النوعية المستخدمة لتطوير وتقديم منتجات جديدة للتصنيع وللسوق.

12-4 مبادرة وكالة مشروعات البحث المتقدمة لإدارة الدفاع الأمريكية (Darpa) داربا لتشجيع الممارسات الصناعية الجديدة.

12-4.1 تقديم

إن الغرض من مبادرة داربا بالنسبة للهندسة المتزامنة هو تشجيع ممارسة الهندسة المتزامنة في القاعدة الحربية والصناعية للولايات المتحدة. ولذلك تضمنت هذه المبادرة تقنيات تطوير وتكامل ونشر تقنيات للهندسة المتزامنة. ونتيجة للدراسات والندوات

في أواخر الثمانينات (القرن العشرين) اقتنعت داربا بأنه ينبغي استعارة أحسن الممارسات من الصناعة حول العالم وتطبيقاه على تطوير منظومة الأسلحة، وخاصة الممارسة الخاصة بدراسة جميع نواحي المنتج في الوقت نفسه، متضمنة التصنيع والسوقيات logistics لصالح النوعية العالية والتكلفة المخفضة وقصر وقت تقديم المنتج للسوق.

وبدء في المبادرة في 1988 بمعرفة داربا باعتبارها برنامج 5 سنوات وخصص له 60 مليون دولار في 1991 وتولي المبادرة داربا اتحاد من دستة من الصناعات وشركات البرمجيات والجامعات. وكان الغرض العام للاتحاد هو تطوير معمار للهندسة المتزامنة يمكن فيه للناس الذين يعملون في مشروع ما أن يتصلوا فورًا بعضهم مع البعض الآخر، ويتوصلوا إلى ويشاركوا فيه، ويخزنوا أحدث المعلومات، بأسلوب شفاف لا يعوقه فاصل جغرافي، أو هيكل تنظيمي أو تعقيد منتج أو وسائل وقواعد معلومات وموارد حسوب غير متمشية.

والمبادرة ليست معنية بتطوير فنيات لتحقيق آلية عملية التصميم والتطوير. إن هذه الوظائف يخدمها بشكل جيد التصميم بمساعدة الحسوب والبرمجيات الهندسية التي تتواجد فعلاً في السوق. ولكن المبادرة تحاول أن توفر للناس الذين يعملون في مؤسسات كبيرة ومتناثرة حرية التفاعل وتبادل المعلومات نفسهما اللتيا تتوفران لفرق صغير يعمل في الغرفة نفسها.

12-4.2 المشروعات الرائدة pilot projects

يجري تطوير خدمات الهندسة المتزامنة مقترنًا بعدد من المشروعات الرائدة تنفذها شركات كبيرة. وهدف واحد من هذه المشروعات هو إمكان استخدام مواد وعمليات جديدة بدون وقت التحضير lead time الطويل الذي للهندسة المسلسلة أو المتتابعة sequential engineering ولاستيعاب مقتضيات الإنتاج بدون أن يفقد المصممون حريتهم في الحركة.

وفي مشروع رائد آخر كانت الشركة تعيد هندسة re- engineering لوحة دائرة معالجة إشارة signal processing. وكان الهدف هو إظهار فعالية مدخل المبادرة بدراسة عملية التطوير المتتابعة وجعلها متزامنة بشراكة المعلومات فيما بين التخصصات الهندسية التي تنطوي عليها العملية، وقياس التحسين في الاعتمادية، التكلفة، رضاء العميل، ووقت التطوير.

وكانت شركة الكهرباء العامة لمحركات الطائرات في سنسناتي، أوهيو هي المقاول الرئيسي للمبادرة، الذي ينسق بين المشاركين في الدراسات الرائدة ثم تولت داربا مسئوليات المقاول الرئيسي بنفسها. ويتولى مركز بحث الهندسة المتزامنة التابع لجامعة غرب فيرجينيا (CERC) توجيه المعامل الصناعية والجامعات في تطوير خدمات تتعلق بالهندسة المتزامنة.

12-4.3 فرق عمل قوية

إن تطوير المنتج هو مزاولة عمل تعاوني، فيه مجموعات مهندسين، وخبراء غير مهندسين ومدراء يعملون في الأوجه المختلفة تحت إدارة مدير مشروع. وفي الهندسة المتزامنة. يتبع جميع أعضاء المشروع هؤلاء إلى فرق وهي مجموعات من تخصصات مختلفة تتجول عبر حدود الأقسام التقليدية. وهي غير مقيدة بحدود اختيارية، ويمكن لأعضائها أن يتصلوا بنظرائهم ويقدموا توصيات ويناقشوا الاختلافات. إنهم يلقون الضوء على المشاكل مبكرًا.

وتنصح المبادرة باستخدام مجموعة خدمات مبنية على الحسوب لتمكن فريق يتعاون عبر شبكة اتصال من أن يتجاوز حدود المسافة. وتغاير خواص مكان العمل وأدوات العمل ووجهات النظر المنعزلة. وتبعًا لذلك فإن خدمات المبادرة مصممة لمنظومة معلومات تربط أعضاء فرق واقعية بواسطة شبكة حسوب عالية السرعة يتصلون خلالها وينسقون المعلومات وتدفقات العمل بحيث يتعزز التعاون ويتحقق الاتفاق الجماعي في الرأي بسرعة.

وفي الماضي اتجهت منظومات المعلومات المبنية على الحسوب إلى تكتيف الناس وعزلهم. إن المنظومات المختلفة تمثل بيانات المنتج تمثيلاً مختلفًا، وينقصها الأوجه البينية بين برامجها، ولا توفر أي وسيلة لتنسيق تدفق العمل. واستهدفت المبادرة منع ذلك بالتركيز على العوامل البشرية وعلى التقنية، إن التقنية يمكن أن تساعد كثيرًا، بطبيعة الحال، إلا أن الالتزام التنظيمي بقيم الفريق لا يقل أهمية. وتعتمد المبادرة على القياسيات القائمة الخاصة بالمعلومات والاتصالات. وتوجد وثائق خاصة عن كيفية استخدام خدمات المبادرة.

12-4.4 دور مركز بحث الهندسة المتزامنة التابع لجامعة غرب فيرجينيا (CERC):

إن هذا المركز يدير أحد أهم الأدوات الرئيسية لتحقيق مهمة المبادرة، وهي فرشة الاختبار للهندسة المتزامنة. وفرشة اختبار الهياكل الميكانيكية على سبيل المثال هي شبكة صغيرة متكاملة من محطات عمل صور منهجيات (تجارية وأخرى مطورة خصيصًا للمبادرة). وهي تستخدم لتصميم وتطوير عينات تجريبية ميكانيكية معقدة. وحتى لتصنيعها.

وبهذه الفرشة للاختبار، يمكن للمركز أن يختبر ويعرض التقنيات التي طورتها المبادرة. وتقييم تقنيات هندسة متزامنة جديدة مطورة خارج البرنامج.

ومن خدمات الغرض العام التي يقدمها المركز، الانتظام الشفاف للبرامج (أي برنامج في أي محطة عمل يتاح لمحطات العمل الأخرى كما لو كان مستضافًا فيها) اجتماعات مبنية على الحسوب يتاح النص والصوت والرسومات الخاصة بها بواسطة شبكة، قاعدة المشاركة في معلومات عن المنتجات، المشاركة في توفير بيانات بكثير من اللغات.

وبالإضافة إلى ذلك تقدم فرشة الاختبار كثيرًا من الخدمات ذات الغرض الخاص مثل «مشورات تصميم» مبنية على برمجيات تقدم توجيه بالنسبة للصب، الطرق،

التجميع، قابلية الاختبار وهكذا. والخدمات الخاصة الأخرى تتضمن النماذج الهندسية، تحليل العنصر المتناه ومحاكاة عمليات التشغيل على الآلات.

وجزء آخر من مهمة المركز هو تعليم الأفراد فنيات الهندسة المتزامنة. بما في ذلك كيفية تدبر أمر التغيير وتحسين الإجراءات. والمركز أيضًا يصدر نشرات وكتب ويعقد ندوات وورش ويشارك في لجان القياسيات. ويدير شبكة للمركز وهي منظومة تبادل معلومات الكترونية بدون مقابل تزود المشتركين بمستخلصات ووثائق عن الهندسة المتزامنة، ونشرات هندسة متزامنة مسلسلة، عقد مؤتمرات بالبريد الإلكتروني.

12-4.5 طرق التحويل

وأخيراً يساهم المركز في مشروعات رائدة تساعد كلاً من المركز والصناعة على اكتساب خبرة في تحويل طرق هندسة متزامنة إلى حالات حياة واقعية. وتساعد المركز على تقييم خدمات المبادرة.

وينفذ مهندسو المركز وزملائهم الصناعيون المشروعات في خطوات مسلسلة. أولاً، يشكلون فرقًا ويدربونها على التغيير اللازم لثقافة هندسة متزامنة. ثم تتولى الفرق التعرف على عملية التطوير الخاصة بثقافة الهندسة المتتابعة «كما هي». وبعد ذلك يتم إنشاء فرشة اختبار الهندسة المتزامنة. وتُضمَّن فيها خدمات المبادرة وأدوات التطبيق وقواعد المعلومات. وعندئذ يأتي دور خلق عملية التطوير «ما سيكون» ثقافة الهندسة المتزامنة - وتقرير القياسات الخاصة بها، وبعد ذلك ينفذوا التحسينات في عملية التصميم والتطوير. وأخيراً يقيِّمون الخدمات العامة للمبادرة بالنسبة للتطوير المتكامل للمنتج، ويتأكدوا من أن المتطلبات، والسمات، والمنافع الخاصة بالهندسة المتزامنة قد تم تخفيفها، ويوثقوا الحالة والدروس المستفادة. وفي النهاية بعد التعرف على التحسينات، يتم تنفيذها واختبارها.

12-5 دراسة حالة

يحكي القصة الآتية روي هوبلر الذي كان مديرًا لهندسة نوعية المنتج بشركة هيولت باكارد. وكان قبل ذلك مدير مشروع تصميم دائرة للشركة، وقد تم اختيار هذه الحالة لتميزها بالبساطة التي هي أقرب إلينا.

12-5.1 مشروعات العمل الصغير، عمل الفريق يساوي أكثر من أدوات مبنية على الحسوب

من السهل لأي شخص يقرأ ما يكتب عن الهندسة المتزامنة أن يعتريه شعورًا بأن الشركة التي تستخدم التقنية، عليها أن تستثمر مبالغ كبيرة في حواسيب وبرمجيات. إن أدوات الحسوب قطعًا تساعد. ولكنها ليست مما لا يمكن الاستغناء عنه، وخاصة بالنسبة لمشروع صغير، لا يكون المنتج فيه منظومة معقدة ولكنه عنصرًا في معدة إلكترونية مثل مكشاف ذبذبة oscilloscope أو محلل إشارات منطقية logic analyzer.

- ما هي الأدوات التي يحتاجها مهندس ليبدأ في الهندسة المتزامنة؟ إنه يحتاج لقلم وورق وبعض الذكاء ورغبة في أن يعمل مع نظراء في مجالات وظيفية أخرى. ليؤدي العمل. ويمكن إضافة أدوات مبنية على حسوب كلما سمحت الميزانية.

هذه هي الكيفية التي بدأ بها قسم الشركة الذي كنت أعمل به في 1980. حتى عملية التطوير التي كنا نقوم بها، لم تكن تسمى حينئذ هندسة متزامنة، على الرغم من أنها كانت هندسة متزامنة وهي فعلاً كذلك، إن العملية نشأت بشكل طبيعي نتيجة للحاجة إلى زيادة التعاون بين المجالات الوظيفية المختلفة للشركة، الذي يركز على تحسين القابلية للتصنيع والاعتمادية. وكانت الشركة قد طبقت فعلاً فلسفة تحسين العملية المستمرة، التمسك بالبحث دائمًا عن طريقة أحسن لأداء الأعمال، الأمر الذي شكل قاعدة صلبة لجهود الهندسة المتزامنة.

وممارسة الهندسة المتزامنة أعطت نتائج مدهشة. وحالة مكشاف الذبذبة الـذي

طوّر بالهندسة المتزامنة على عدد قليل من الوحدات النمطية وجميعها مصممة للتجميع السريع لخفض تكاليف التصنيع. إن الحقيبة ترسي على الوعاء الرئيسي وتحفظ المجسات والكابلات ودليل المستخدم للجهاز.

لقد عرفنا منذ البداية أن التكلفة تشكل موضوعًا حساسًا لهذا المنتج، إنه مكشافًا شخصيًا ذا غرض عام، كان سيتعرض إلى منافسة منتجات الشركات الأسيوية المنخفضة الثمن. وعلى ذلك فقد أردنا أن لا يكون منافسًا بالنسبة للسعر فقط ولكن أيضًا يقدم قابلية أعظم لأداء وظيفته.

12-5.2 في ثلث الوقت

لقد أخذ منا إتمام هذا المشروع من الفكرة إلى المنتج التام، حوالي ثلث الوقت الذي كان يأخذه لو لم نستخدم الهندسة المتزامنة.

هذا بالإضافة إلى أنه مع الهندسة المتزامنة. كنا قادرين على أن نتعامل بنجاح مع عوامل معقدة عديدة. أولاً، كان هناك انشغالنا بإبقاء التكاليف منخفضة. وهنا ساهمت هندسة المواد مساهمة كبيرة بأن قدمت النصح للمصممين فيما يتعلق باختيارهم للمكونات. وكذلك هندسة التصنيع بأن أصبحت معنية اعتناء وثيقًا بعملية التصميم وبتوفير منظومة اختبار متكاملة على لوحة الرسم بحيث يمكن أن تسعر الوحدة بأقل سعر ممكن.

وتضمنت التعقيدات الأخرى تركيب جميع المكونات على السطح، تصميم الوحدة بدوائر رقمية digital وليس بالقياس analogue والوفاء بمواصفات الحربية الخاصة بالانبعاثات الكهرومغناطيسية المنخفضة. وغالبًا ما كانت هذه المتطلبات متعارضًا بعضها مع البعض الآخر.

فمثلاً كان مهندس دائرة قد راجع دائرة رقمية حساسة لتعزيز أدائها. واختبر

مهندس الفريق للتوافق الكهرومغناطيسي الدائرة، ووجد أنها تشع بشدة. ووجد المهندسان اللذان يعملان معًا حلاً. وبدون الهندسة المتزامنة. لم يكن يمكن التعرف على المشكلة إلا في وقت متأخر كثيراً، عندما يحل الوقت لاختبار الدائرة. وعندئذ تكون الدائرة قد أدخلت في الجهاز وتكون أقنعة لوحة الدائرة قد صممت وصنعت. وفك هذه الترتيبات للتصنيع يمكن أن ينتج عنه ضياع وقت ومال. والنتيجة الأخيرة للهندسة المتزامنة في هذه الحالة هي أننا أنتجنا مكشاف الذبذبة بالسعر الذي استهدفناه وجعل جهدنا التعاوني في الإمكان تعبئة المكونات في ما لا يزيد عن وحدات نمطية modules قليلة يمكن تجميعها إلى وحدة كاملة في أقل من 18 دقيقة.

وكما كان الأمر بالنسبة لتطوير مكشاف الذبذبة، كانت أول خطوة في أي مشروع هندسة متزامنة للشركة هي تنظيم الأفراد من جميع الأقسام في فرق إدارة المشروع تحت رئاسة مدير مشروع البحث والتطوير. وبعض الأعضاء يلحقون بمشروع ما على أساس العمل فيه طول الوقت وبعضهم يلحقون بفرق عديدة في الوقت نفسه.

وعادة يبدأ العملية مهندسو قسمي التسويق والبحث والتطوير، بتعريف ما ينبغي أن يكون عليه المشروع. وثم ينضم إليهم مهندسو قسمي التصنيع والاعتمادية عندما يبدأ اتخاذ قرارات التنفيذ. لاختيار المصادر والتقنيات ينضم مهندسو المشتريات والمواد. ويقدم المحاسبون معلومات التكلفة والاستثمار التي تلزم.

وفي لحظة ما في عملنا لخلق الهندسة المتزامنة، كان هدفنا هو تعقب جميع العيوب في الإنتاج وفي الاستخدام الميداني والعمل على التخلص منها. وأسسنا عندئذ إدارة نوعية كلية وضممنا مهندسي خدمة لفرقنا بسبب قربهم من العملاء.

12-5.3 الاحتفاظ بأفراد يعملون بعض الوقت بصفة مستمرة

من الأمور الصعبة بالنسبة لتطبيق الهندسة المتزامنة للمشروعات الصغيرة تأمين أن يكون أعضاء الفريق الذين يعملون بعض الوقت منتجين في مشاريع أخرى عندما

لا يحتاج الفريق لخدماتهم. ولكنهم يكونوا منتجين فورًا عندما توجد حاجة لخدماتهم. فعلى سبيل المثال، فقد يحتاج مشروع صغير نموذجي من 2 إلى 5 مهندسي تصميم طول الوقت، ونصف مهندس إنتاج وثلث مهندس نوعية، 10% مندوب شراء 20 إلى 40% محاسب تكاليف، 10% مهندس توافق كهرومغناطيسي وهكذا. ويمكن أن تحدث مشكلة إذا فشل مدير المشروع في التعرف على الحاجة إلى مساعدة العاملين بعض الوقت في الوقت المناسب، أو إذا لم يكن العاملون بعض الوقت واعين تمامًا بالمواضيع الأخيرة عندما يستدعون لتقديم المساعدة. كما يوجد خطر أيضًا بأن يستغرق بعض العاملين بعض الوقت في مشاريع معينة ويهملون مشروعاتهم الأخرى.

وكان الحل هو أن يُضمَّن الأعضاء بعض الوقت في جميع نشاطات تكوين الفريق منذ البداية، ودعوتهم لجميع اجتماعات فريق إدارة المشروع مع تقدم المشروع. والتحقق من أنهم يُسلَّمون نسخًا من جميع مذكرات المشروع، الكترونيًا أو على الورق، وعمل ترتيب لأن يكون العاملون بعض الوقت على اتصال دائم بمشروعاتهم بحيث يمكنهم أن يجيبوا على الأسئلة ويقدمون اقتراحات فوريًا تقريبًا.

وبطبيعة الحال، يكون مهندسو الأمن والتوافق الكهرومغناطيسي منتشرين بكثافة أقل من الآخرين نظرًا لأنهم يمكن أن يعملوا في 12 مشروعًا في نفس الوقت، ويتعذر عليهم أن يحضروا 12 اجتماعًا للفرق أسبوعيًا، الأمر الذي يعني أن يعمل مدير المشروع مع هؤلاء المهندسين بصفة خاصة في اتصال وثيق ليُعلِمهم أولاً بأول وينبههم للاجتماعات التي تكون ذات فائدة خاصة لهم.

12-5.4 كيف لا تهندس؟

إن كل هذه الأمور تتناقض بشدة مع خبرة راوي في هذه الحالة، كما يقول: في أيام الهندسة المتتابعة قبل أن يلتحق بشركة هيولت باكارد. فإنه كمهندس تصميم لدى مصنع كبير جيد الإدارة للمنتجات الكهربائية والإلكترونية، كان يعلم عن المنتج الجديد

فقط عندما يعطيه التسويق مواصفات كاملة للمنتج. وكان وزملاؤه يبدءون من أنفسهم بتصميم المنتج طبقًا لتفسيرهم للمواصفات. وبعد ذلك يناقشون التعديلات مع التسويق عادة على أساس علاقة عدوانية وليست روح تعاونية.

وكان التصميم يحول المنتج لمهندسي الإنتاج، الذين يعدلونه ليكيفوه عمليات التصنيع الخاصة بهم – أيضًا بعد نقاش ومعارضة من جانب المصممين. إن هندسة التحضير للإنتاج كانت تسلم عملها متضمنًا العدد الخاصة بالإنتاج إلى مدير الإنتاج. وينشأ نزاع جديد لأن التصميم يكون قد تكيف لواقعيات الإنتاج. ومن الواضح أن الأمر كان يستغرق وقتًا ويشكل طريقة لتطوير المنتج فيها ضياع وقت وخسارة.

وكان قسم الشركة المعني يستخدم كثيرًا من الأدوات المبنية على حسوب.؟ طوّرتها الشركة بنفسها في الهندسة المتزامنة الخاصة بها وهذه الأدوات كانت توصل الكترونيًا بآلات الورش ومعدات تشغيل اللوح، وآلات تجميع المكونات ذاتية التشغيل، ومعدات اختبار مستوى اللوحة. وجميع هذه الأدوات ساعدت في أداء العمل بكفاءة أعظم، إلا أن التصميم المتزامن لم يحتاج لأي منها. إن كل ما يحتاج إليه هو أفراد يعملون معًا.

الفصل الثالث عشر

13- المعلوماتية والمنشأة الصناعية

13-1 أهمية المعلوماتية

13-1.1 ما هي المعلوماتية Informatics

على مدى ربع القرن الأخيرة، أحدثت تقنيات جديدة قوية وتعمل على التكامل. مبنية على الإلكترونيات الدقيقة micro – elections ثورة في التعامل مع المعلومات. وما زالت هذه التقنيات ماضية في سبيلها إلى مزيد من التطوير السريع. وكان لهذه التقنيات أثرًا كبيرًا على الصناعة وعلى المنشأة الصناعية، يمكن تصويره بالحسوب الذي عم استخدامه حديثًا في المنشآت الصغيرة بعد أن انخفض سعر الوحدة منه، وصغر حجمه، وزادت مرونته في الاستخدام، وذلك بعد أن كانت المنشآت الكبيرة وحدها هي التي يمكنها أن تتحمل تكلفة شرائه وتشغيله.

والمعلوماتية يمكن تعريفها بأنها ميدان بحث، موضوعه الوسائل المتنوعة التي تتدفق بها المعلومات، والطريقة التي تعالج بها المعلومات، وتستخدم وتؤثر بها على الإنتاجية والكفاءة، وكذلك الطريقة التي تستخدم بها في أغراض المراقبة والتدبر monitoring، والتحكم، وأخيرًا في التأثير على التطور الاجتماعي والاقتصادي، وعلى المجتمع نفسه. والمعلوماتية تعني أيضًا تحليل وتشكيل استراتيجيات وسياسات وطنية ودولية لتطبيق المعلوماتية Informatization.

وعلى ذلك فإن ميدان المعلوماتية يعبر فروعًا كثيرة من المعرفة، وله علاقة بكثير منها مثل علم الحسوب، علم إدارة الأعمال، علم الاجتماع، علم الاقتصاد وعلم السياسة والهندسة وفروع تقنية أخرى. ويطلق على تقنيات تناول المعلومات التي تبنى عليها المعلوماتية اسم تقنية معلومات Info technology.

13-1.2 أهمية تقنية المعلومات للتنمية الصناعية

إن المعلومات هي شريان الحياة للقطر الصناعي الحديث. لقد نتج عن الأجهزة الإلكترونية الجزئية لاستقبال وتخزين ومعالجة المعلومات، ومنظومات التحكم، وذلك مع وسائل الاتصال عن بعد التي توفر قدرات إرسال عالمية، طرق جديدة كل الجدة لتناول المعلومات في جميع مجالات النشاط الصناعي والتجاري، الأمر الذي أدى إلى زيادة الإنتاجية والكفاءة وتخفيض التكاليف وتغيير في هياكل العمالة.

وتأثير تقنية المعلومات على قطاع الصناعة نفسه يتمثل في أن تصنيع المعدات الإلكترونية الدقيقة micro elections من جميع الأنواع، مع إنتاج برمجياتها، يشكل حاليًا، بعد الطاقة والنقل، أحد القطاعات الصناعية العالمية الرئيسية.

وتقنية المعلومات كسمة من السمات التقنية الصناعية في أي قطاع من القطاعات الصناعية، سيكون لها في المستقبل القريب، نتيجة للدور الذي تلعبه في التحكم في العمليات الصناعية، وفي الاستخدامات الحديثة للمعالجات المتضمنة في المنتجات الجديدة. وفي تناول المعلومات لدعم اتخاذ القرار، الأثر الأكبر على التنمية الصناعية، والتقدم الصناعي للبلدان النامية.

13-1.3 المعلوماتية والعالم الثالث

لتصور العلاقة بين المعلوماتية والتنمية الصناعية في المستوى الأكثر عمومية، من المفيد النظر إلى الماضي عندما قامت الثورة الصناعية الأولى في أوروبا، التي تحاول أقطار العالم الثالث الآن أن تكررها لتتحول بمجتمعاتها إلى مجتمعات حديثة متطورة.

إن التقدم الاقتصادي في البلدان الصناعية، صاحبة تحول هيكلي للعمالة من القطاعات الإنتاجية الأساسية والثانوية إلى القطاع الثالث أو قطاع الخدمات. إن الحاجة للتخصص والتكوين المهني في قطاع الخدمات نمت أكثر فأكثر. وترتب على ذلك

توسعًا كبيرًا فيها، والآن أصبحت المعلومات ووسائل وفنيات الحصول عليها، والتحكم فيها هي ما يشغل بال هذا القطاع، لقد أصبحت المعلومات هي نفسها سلعة توفر أساسًا للحياة لجزء من القوى العاملة، يتزايد باستمرار إن الفرق بين العالم الثالث والعالم الأول، هو أن المعلومات لم تصبح بعد سلعة قائمة بذاتها في العالم الثالث.

13-2 التقنية وتأثيراتها

13-2.1 الآلية الصناعية

حدثت زيادة كبيرة في عدد تطبيقات الحسوب في الصناعة التحويلية في الستينات. ويمكن تقسيم هذه التطبيقات إلى تطبيقات على الخط on – line وتطبيقات خارج الخط off- line، والتطبيق داخل الخط هو تطبيق يلحق فيه الحسوب مباشرة بعملية التصنيع وفيه يعالج الحسوب المعلومات بأحد الشكلين الآتيين:

1- كمنظومة تحكم Control

2- كمنظومة تدبر الأمر monotoring system

ومنظومة التدبر يمكن أن تكون أيضًا كناتج ثانوي لمنظومة التحكم. والغرض منها هو أن تسجل وتقدم بيانات إنتاج لتزود الإدارة بمعلومات جارية لتتخذ القرار. أما التطبيقات خارج الخط فهي تلك التي يعمل فيها الحسوب مستقلاً عن المعلومات الموضوعية المتعلقة بمنظومة وعمليات التصنيع.

13-2.1.1 منظومات التحكم

تستخدم تقنية شبه الموصل semi conductor technology لتحل محل تقنية الدائرة الكهربائية أو التقنية الإلكتروميكانيكية، الأمر الذي نتج عنه منتجات أكثر مرونة وذكاء وذات أداء محسَّن، ولكن تتوفر لها بالضرورة الوظائف نفسها مثل المنتجات

الأقدم، وتشبع حاجة السوق نفسه، إلا أن قدوم شبه الموصل والتقنيات المصاحبة له مكَّن أيضًا من تطوير منتجات نهائية جديدة بالكامل ذات قدرات جديدة ولسوق جديدة. ومنظومات التحكم المبنية على الإلكترونيات المصغرة تستخدم في الصناعة للتحكم المباشر في عمليات التصنيع التحويلي مثل حركة المواد والمكونات والمنتجات والتحكم في درجات الحرارة والضغط والرطوبة، وتشكيل وقطع وخلط وقولبة المعادن، وتجميع المكونات في مجموعات فرعية ومنتجات نهائية، والتحكم في النوعية من خلال التفتيش والاختبار والتحليل.

وفي كل حالة يتم ترجمة حالة متغير عملية التصنيع بواسطة أداة حبس مناسبة إلى إشارة مدخل input signal. ويتم معالجة هذه المعلومة وتحويلها إلى إشارة مخرج out-put signal التي يمكن عندئذ أن تعالج لتحديد على سبيل المثال حركة ميكانيكية أو ضبط درجة حرارة كهربائيًا، بواسطة أداة تشغيل مناسبة.

وفي تطبيقات معينة يمكن برمجة المنظومة لتحقيق ظروف تشغيل مثلى عن طريق التحكم، في نفس الوقت، في عدد كبير من المتغيرات، مثلاً في الصناعة النفطية والبتروكيماوية.

13-2.1.2 الصناعات المعالجة Process Industries

إن أسبق تطبيقات منظومة التحكم كانت في صناعات المعالجة، التي تحول مصانعها المواد الخام والطاقة إلى منتجات، مثل الكيماويات، النفط، المعادن، اللب والورق، والأغذية، والأسمنت والمنسوجات والقوة الكهربائية، والأجهزة تتدبر أمر متغيرات العملية مثل معدل التدفق، درجة الحرارة، الضغط، التركيب الكيماوي، ومستوى السائل. وسيكون لمصنع نموذجي مثل مصنع إثيلين أو أمونيا، مئات عديدة من قيم التحكم، وأكثر من ألف متغير يقاس. ويتم عمل تغييرات في تشغيل العملية على أساس مقياس وقت يتراوح بين ثواني قليلة إلى ساعات قليلة.

13-2.1.3 الصناعات التحويلية

في الصناعات التحويلية - السيارات، الأجهزة، قطع الغيار.. الخ. على عكس الصناعات المعالجة يتم تناول هندسة المواد الخام بحيث تتجمع أجزاء منفصلة لتشكل منتج تام. وفيها تختلف طرق القياس والتحكم اختلافًا أساسيًا عنها في الصناعات المعالجة، وتكون مشكلات الآلية أكثر تعقيدًا، ولكن يوجد الآن في الولايات المتحدة واليابان وأوربا مصانع تعمل بآلية عالية، وتنتج سيارات، محركات، آلات حفر، معدات آبار نفط، مصاعد، منتجات كهربائية. وعدد ميكانيكية.

وكان من أسبق وأهم تطبيقات الآلية في الصناعات التحويلية في الخمسينات آلات الورش ذات التحكم الرقمي numerically controlled (NC) وفيها تتحكم تعليمات رقمية بكود في التتابع المحدد للعمليات الآلية.

وبعد ذلك حدث تحول إذ استبدل بالتحكم السلكي التقليدي، حسوب مصغَّر مبرمج يؤدي وظائف التحكم: آلات ذات تحكم رقمي بحسوب computer numerically control (CNC) ومن التطويرات الأخرى التحكم المطوع adaptive control لآلات الورش الذي يستخدم فيه الحسوب لقياس، على سبيل المثال، قوى وسرعة القطع، والتحكم في حركة المحور وسرعته تبعًا لذلك، بحيث تتم المحافظة على المعدل الأمثل لقطع المعدن، وكذلك التحكم الرقمي المباشر direct numerical control DNC لآلات الورش، وفيه يتم توصيل حسوب غرض عام general purpose مباشرة بعدد من آلات ذات تحكم رقمي.

13-2.1.4 الروبوت الصناعي

تؤدي فكرة منظومة التحكم بالطبيعة إلى مفهوم الآلة العامة universal التي يكون لها مرونة لتؤدي مهامًا متنوعة. وقد أعطت قدرات ومرونة المعالج الدقيق micro processor دفعة قوية للروبوت الصناعي، الذي بدأ في أواخر الستينات، وتحقق تقدمًا

سريعًا فيه، نتج عنه أن أمكن استخدامه استخدامًا عمليًا في السبعينات، وانتشر استخدامه بعد ذلك بسرعة.

وعادة يعرف الروبوت الصناعي بأنه أداة مناولة manipulator لها درجة عالية من الحرية، وتؤدي وظائف حركة معقدة.

وفكرة الروبوت الصناعي تنطوي على مدخل الآلية يختلف عن المدخل التقليدي في أن التقنية في الماضي صممت لتؤدي مهمة بطريقة لا تماثل بالضرورة الطريقة اليدوية البشرية. وعلى العكس يتبع المدخل الروبوتي للآلية الأداء البشري بشكل أقرب، نظرًا لأنه يعكس تباعدًا عن الآلات التي تبني لغرض خاص purpose – built نحو التوعية، الأمر الذي له مزاياه وعيوبه ويتطلب دراسة اقتصاديات الروبوت الصناعي بدقة. والروبوت الجاهز ذو المهام المتنوعة سيسهل إدخال الآلية، إلا أنه سيكون أغلى من الروبوت ذي الغرض الخاص، عندما يطبق على عمليات بسيطة عامة، ولكن إذا توفر طلب كبير على عمليات الروبوت المتنوع فإن تكاليف تصميم وتطوير هذا النوع ستتوزع وتقل.

13-2.1.5 التصميم والإنتاج الصناعي

تهتم هذه المنظومات بالمعالجة خارج الخط للمعلومات الموضوعية أو التصويرية البيانية المتعلقة بتخطيط، والتحكم في التصميم والإنتاج الصناعي.

وتتضمن:

- التصميم بمساعدة الحسوب.
- تخطيط المتطلبات.
- تخطيط السعة.
- البرامج

- التحكم في الشراء متضمنًا استبدال المواد الخام، والتحكم في الاحتياطي، والتحكم في أوامر الشراء.
- التحكم في الإنتاج والتجميع بما في ذلك التحكم في المواد، التحكم في التحميل، التحكم في المخزون، التحكم في العدد، التحكم في العملية والتسليم.

وهذا النوع من التطبيق يكون عادة نتيجة لتطبيق الحسوب على إجراء يدوي سابق. ويوفر الفرصة لتحسين ومحاكاة خطط يكون من المتعذر تحقيقها في الوقت المتاح، باستخدام الوسائل اليدوية.

13-2.1.6 التصنيع المتكامل بالحسوب

إن التصنيع المتكامل بالحسوب أطلق على المدخل الشامل لاستخدام منظومات الحسوب في الصناعة، بدلاً من المدخل الخاص بتركيب تقنية الحسوب على منظومات الصناعة التقليدية. والتصنيع المتكامل بالحسوب يشكل تقنية كلية تتكامل فيها جميع نواحي النشاط الصناعي من التصميم الابتدائي إلى الإيداع في المخزن، والبيع ثم الخدمة، ويتم التحكم فيها بواسطة أنماط فردية من منهجيات الحسوب، مرتبطة مع منظومة هلامية التدريج hierarchical system. والتصنيع المتكامل بالحسوب كما سبق الكلام عنه في فصل آخر، ينطوي على تطوير كبير للمنهجيات وسيستمر في التطور لفترة طويلة من الوقت.

13-2.2 الآلية المكتبية

من المتوقع على المدى الطويل أن تكون الآلية المكتبية هي مجال النمو الرئيسي لتقنية المعلومات info technology ويكون لها التأثير الأكبر على كفاءة تدفق المعلومات في المنشأة الصناعية.

إن جميع الإجراءات المكتبية سيتم تنسيقها وترشيدها. وسيتم باستمرار تدبر أمر

جميع المعاملات بواسطة الاستخدام الصحيح لتقنية المعلومات، الأمر الذي سيوصل على ما يسمى «المكتب المتكامل» integrated office. وبعض مكونات هذه التطويرات متقدمة فعلاً في البلدان الصناعية. وتتمركز حول تطبيقات معالجة البيانات data processing ومعالجة الكلمة .word pro وما زال هناك غيرها مثل معالجة الصورة image pro والمعالجة السمعية التي هي في سبيلها للتطوير.

ومعالجة الصورة تمكن من تمثيل البيانات المركبة في أشكال مرئية، مثل المبرق المصور وآلات عرض الرسومات الخ.. والمعالجة المسموعة تشير إلى آليات المدخلات والمخرجات الإلكترونية في شكل كلام مباشر. ويتوقع حدوث تطورات هامة في هذا المجال في المستقبل تؤثر تأثيرًا كبيرًا على الإدارة المكتبية.

ومعالجات الكلمة المبنية على تقنية أكثر تقليدية لمعالجة الكلمة. تتكون من شاشات عرض مرئية بلوحات مفاتيح، وحدات معالجة مركزية بذاكرة داخلية وخارجية وطباعات، وتتمتع بالقدرات التالية:

جمع المعلومات وتخزينها ومناولتها وتوزيعها والتحكم الإلكتروني في كتابتها وطباعتها. والربط بين محطات معالجة الكلمات عن طريق منظومات الاتصال اللاسلكي يعزز التطويرات في ميدان البريد الإلكتروني، وخاصة في مجال الربط والاتصال بمنظومات الملفات المركزية.. الخ لتوفير المنظومات المتكاملة للملفات والكتالوجات واستيعاب المعلومات؛ بالنسبة لكل من داخل وخارج المكتب المعني.

ويشيع حاليًا استخدام منظومات عامة مبنية على حسوب، في التخطيط المالي، الأجور والمرتبات، نظم التقاعد وهذه المنظومات لا تتعلق بأي صناعة معينة ولها برمجيات تطورت وتم استثمار مبالغ كبيرة فيها لعدة سنوات.

13-2.3 الطاقات الإلكترونية لتحويل الأموال Electronic Funds Transfer (EFT)

كان تأثير تقنية المعلومات على الصناعة المصرفية كبيرًا. حاليًا تواجه هذه الصناعة مشكلة هيكلية أساسية بالنسبة للمنتجات غير الاقتصادية والنسبة العالية غير المتكافئة لتكاليف الموظفين والعقارات، الأمر الذي يدعو لتغيير العمليات من نقل قطع من الورق إلى استخدام تحويلات الكترونية وأعمال مصرفية بدون شبكات. وتعبير تحويل الكتروني للأموال (EFT) يغطي جميع المعاملات باستخدام حواسيب على الخط، لتضيف أو تخصم مباشرة حسابات، بين المصارف أو الفروع، أو بين العملاء والفروع، أو في مكان البيع حيث تحول تكلفة المشتريات من حساب العميل إلى حساب حانوت البيع. هذا بالإضافة إلى البطاقات اللدائنية الشخصية ذات الحسوب الصغير القليل التكلفة. والتي تستخدم كمحفظة جيب إلكترونية، يمكن بواسطتها تحويل قيمة من بطاقة لأخرى بدون تدخل المصرف، وبذلك توفر وسيلة دفع شخصية رخيصة وسهلة الحمل وقوية. ويحتاج التوسع في استخدامها إلى تغيير أساسي في الهيكل المالي لأعمال الصيرفة بمعرفة الدولة والمصارف وشركات التأمين، ينطوي على تحول من الصناعة الخدمية الحالية كثيفة العمالة وذات التكلفة العالية بالنسبة للموظفين والعقارات، إلى صناعة خدمة ذاتية كثيفة رأس المال، ومنخفضة التكاليف بالنسبة للعقارات والموظفين.

13-2.4 منظومات دعم القرار Decision Supports Systems

في البلدان الصناعية أصبح استخدام منظومات معلومات الإدارة management information systems (MIS) المبنية على حسوب، منتشرًا بشكل واسع في المنشآت لتدعيم وظيفة الإدارة. ويمكن تصور أن عملية إدارة المنشأة تتم في ثلاثة مستويات، تشغيلي وتكتيكي واستراتيجي. المستوى الأول يعني بالعمليات اليومية الروتينية، والثاني بالتحكم في هذه العمليات وتقييمها. والثالث بالتخطيط بعيد المدى، وقد تطورت منظومات معلومات الإدارة في البلدان الصناعية تدريجيًا في هذه المستويات على مدى 30 سنة.

والمستويان الأوليان يساهمان في إنتاجية المنشأة. أما الثالث فإنه يساهم في بقائها ونموها: والمفاهيم المتعارضة هنا هي تلك المتعلقة بالكفاءة الاجتماعية. والذكاء الاجتماعي social intelligence. وبينما الكفاءة الاجتماعية هي ناتج بنية تحتية جيدة الإدارة، تجعل في الإمكان تقييم ومعالجة تكلفة المعلومات الروتينية بفعالية، فإن موضوع خلق قدرات ذكاء اجتماعي ما زال يناقش على مستوى عالمي. وفي البلدان الصناعية لم تعد منظومات معلومات الإدارة تشكل صعوبة في المستويين التشغيلي والتكتيكي، بسبب توفر أفراد بالخبرة المطلوبة والمهارة في أعمال الإدارة. وفي الوقت نفسه كانت البنية التحتية للمعدات والبرمجيات تتطور. أما في المستوى الاستراتيجي، فإن الصعوبات أكثر عمقًا. وحدثت أخيرًا دفعة عامة للتحول من مستوى المنظومات التكتيكي إلى المستوى الاستراتيجي، وأصبحت هذه المنظومات أخيرًا منظومات تدعيم قرار وتوفر أساسًا لبناء الذكاء الاجتماعي.

13-2.5 العوامل التي تؤثر على انتشار المعلومات في الصناعة

إن الاعتقاد العام أنه حتى في البلدان الصناعية، ينبغي أن يستمر انتشار المعلومات لأن يكون تدريجيًا حتى وقد يكون ذلك بسبب القصور الذاتي الكامن للعمليات الصناعية القائمة فقط.. والعوامل التي تمنع التطورات تتضمن:

- الاستثمار الرأسمالي الكبير في المصانع القائمة.
- نقص الاستثمار الرأسمالي.
- مشكلات العلاقات الصناعية.
- نقص الأفراد الماهرين.
- مدى إتاحة وتكلفة المجسات وأدوات التشغيل.
- القيود التقنية.

والحث على التحديثات المعلوماتية هو في الأساس اقتصادي وتتضمن العوامل التي ينطوي عليها على:

- التوفير في العمالة
- التوفير في الطاقة
- التوفير في المواد
- التحسين في التحكم في الإنتاج
- التحسين في التحكم في المعالجة والنوعية
- زيادة المرونة في المنتجات
- التحسين في المنتجات
- التحسين في مسك دفاتر التخزين
- التحسين في وسائل التحكم في التلوث
- تخفيض الحاجة للعمالة في بيئات العمل الضارة

13-2.5.1 التكاليف

تميزت تقنية المعلومات بتدني سريع ومستمر في تكاليفها الأمر الذي يعكس إحلال الإلكترونيات المصغرة محل المكونات المنفصلة. فعلى سبيل المثال في العقد الماضي كانت تكلفة وحدة ذاكرة الحسوب لأجيال متعاقبة من شرائح الذاكرة العشوائية RAM chips، طبقًا لنويس Noyce، تتدنى بمعدل سنوي 40% من 1973. وكذلك انخفاض في سعر المكونات نفسها. وانخفاض في العاملة، والمواد المطلوبة للتوصيلات البينية. وقلة في الاختبار المتوسط المطلوب. وهي أيضًا أرخص في التشغيل والصيانة. ولم تتمتع الأدوات الكهروميكانيكية بانخفاض في السعر مثل الأدوات الإلكترونية. وعلى ذلك فإن الأجزاء المحيطة متضمنة المجسات والمشغلات ما زالت، في حالات كثيرة، مكلفة. وهذا ينعكس إلى حد ما في المستوى العام الحالي المنخفض للآلية الصناعية. إلا أنه بفضل التحسينات في تقنيات التوصيل والتحويل transmission & switching، فإن تكلفة الاتصالات communications في الدائرة ينخفض تدريجياً.

13-3 نقل المعلومات

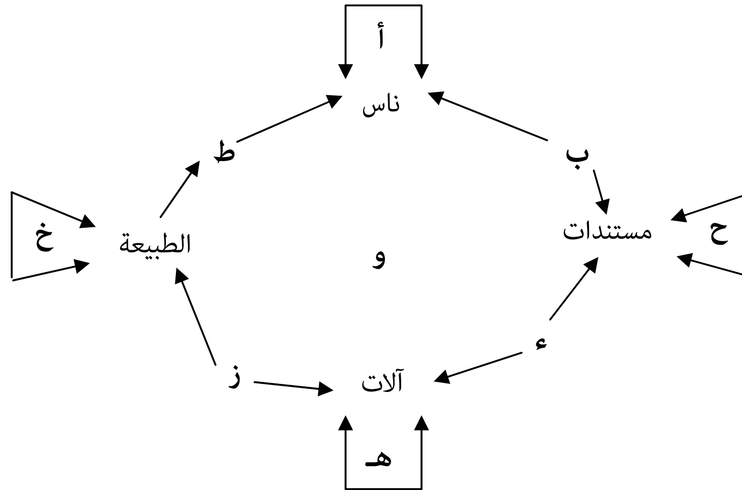
13-3.1 مقدمة

إننا الآن نعيش في عصر المعلومات.. والأهمية العملية للمعلومات في حل المشاكل، واتخاذ القرارات، وحتى مجرد التعايش مع الحياة، واضحة لنا جميعًا. والاتصالات الخاصة بالمعلومات تشكل ظاهرة متعددة النواحي ومعقدة. والتعمق في تفهمها تقدر الاستطاعة، نريد من فعاليتها. وفي هذا البند سنعطي فكرة أولية عن ظاهرة الاتصال التي هي الوسيلة لنقل المعلومات.

13-3.2 نموذج اتصال معلوماتي

إن العناصر الثلاثة لنموذج الاتصال البسيط هي (المصدر – القناة – المستلم). ووحدت عمل الاتصال يمكن بتمثيلها كارتباط بين: مصدر – قناة – مستلم.

والشكل يبين نموذجًا للاتصال المعلوماتي informative communication



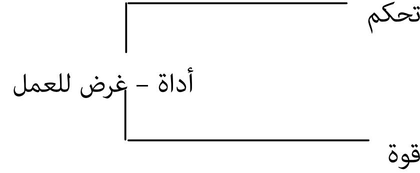
شكل (13-1) نموذج اتصال معلوماتي

إن الناس يتصلون بعضهم مع البعض الآخر مباشرة (مسار 1) وقد يتصلون عن طريق وساطة المستندات، ونعني بها أي حامل رسالات رمزية في كود متفق عليه أو لغة متفق عليها. كما أنهم قد يتصلون عن طريق آلات أو أجهزة اصطناعية man - made قادرة على التفاعل مع الناس أو مستندات، أو آلات أخرى، أو الطبيعة. ونعني بالطبيعة أي جزء من البيئة البشرية خلاف العناصر الثلاثة الأخرى المبينة في الشكل. وفي استكشاف التفاعلات بين هذه العناصر سنرى أن مفهوم نقل المعلومات information transfer يطبق تطبيقًا واسعًا.

والأمر يحتاج لبعض الشرح للمسار (ح)، الاتصال في نطاق الطبيعة، وأبرز مثال له الاتصال الحيواني. والمسار (ط) يتعلق باستيعاب والتعرف على البيئة البشرية والإمراء البشري حيالها: وهذا الشكل من التفاعل يمكن أن يطلق عليه توريد معرفة knowledge generation. وعلى الرغم من التمييز بينه وبين الاتصال المعلوماتي، إلا أن بعض التفهم له يرتبط ارتباطًا كثيرًا بنقل المعلومات. وبعض التفاعل مع الطبيعة تكون وساطته mediated عن طريق آلات، مسار (ز) - مثال ذلك تدبر أمر الأحوال البيئية - الأمر الذي يترتب عليه نشوء بيانات تدخل في الاتصال المعلوماتي. والاتصال الرجل - آلة، مسار (و) - وخاصة حيث تكون الآلة هي آلة يمكنها أن تنقل أو تعالج بيانات - يزداد علاقته في نقل المعلومات. إن الآلات قد تعطى لها تعليمات بواسطة أو تزود بمخرجات في شكل مستندات، مسار (د). والمسار (هـ) هو نقل معلومات من آلة لأخرى. والمسار (ب) يعني بكتابة وقراءة المستندات - أو بشكل أعم، بتوليد واستيعاب المعلومات المشفرة encoded فيها. والمسار (ح) يشير لتحويل مستند لآخر، وينبغي أن يلعب دورًا في هذا التحويل، شخص أو آلة (أو كلاهما).

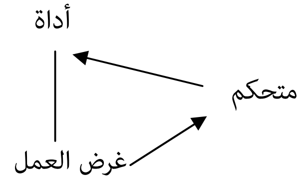
13-3.3 الآلات وتفاعلاتها (Interactions)

إن أي مهمة عمل طبيعي ينطوي على أربعة عناصر:



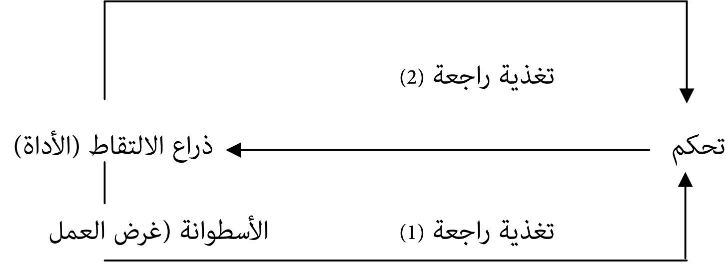
وفي أبسط الحالات (مثل تنظيف حديقة من الأعشاب) يشكل اليد، الأداة، وهي تستمد القوة التي تحركها من العضلات، ويتحكم فيها العقل، والأعشاب، والأرض هما غرض العمل. وفي قطع الأخشاب تستخدم أداة حقيقة هي المنشار، ولقطع الأشجار يستخدم منشار كهربائي وبذلك يتحول مصدر القوة إلى آلة، إلا أن التحكم يظل للعقل.

والتحكم في الأداة سواء كان بواسطة آلة أو بدون آلة، يتم أساسًا بنقل معلومة: العقد بوجه عمل اليد أو الأداة أو الآلة. وفي أي مهمة عمل، يوجد طريقان لنقل المعلومات.

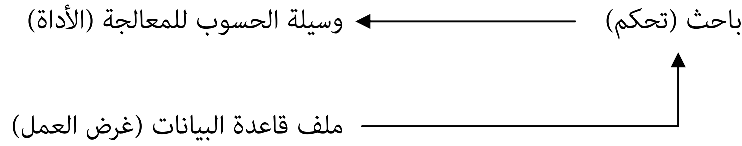


إن المتحكم يراقب عمل الأداة على غرض العمل، ويعدل سير العمل طبقًا لما يلاحظه وتدفق المعلومات خلفيًا إلى المتحكم يسمى الآن، تغذية راجعة feedback.

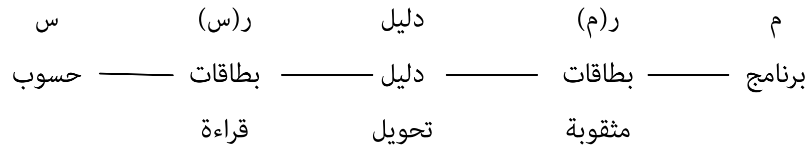
ويتم إدخال عنصرً للآلية بمجرد تضمين وسيلة تحكم في الآلة. ومثال ذلك أن الضغط على زر تشغيل جهاز مسجل أسطوانات، يترتب عليه عدة عمليات، ويتم ذلك بنمط ثابت للتشغيل، وينطوي هذا النمط على عنصرين للتغذية الراجعة.



إن جهاز ذراع الالتقاط يمكن أن يستجيب بطريقتين طبقًا لرسالة تغذية راجعة حول غرض العمل (وجود أو عدم وجود أسطوانة على العمود). وبعض الأجهزة الآلية يمكنها أن تؤدي استجابات أكثر تعقيدًا للتغذية الراجعة. والبعض الآخر يستجيب بواسطة إرسال إشارة إلى متحكم بشري. وينتظر تعليماته، فمثلاً، يمكن تمثيل بحث تفاعل قاعدة بيانات حسوب كالآتي:



إن الباحث (searcher) ينقل سؤالاً، والمعالج processor يطابقه على الملف، ويبلغ بالنتيجة، والباحث يأخذ في الاعتبار هذه النتيجة في إعداد سؤالاً ثانيًا. وهكذا البطاقات المثقوبة لإعطاء تعليمات لحسوب، فإن هذا النموذج يقرأ.



والضجيج noise يمكن أن ينشأ من فقط البطاقات أو اختل تتابعها أثناء التحويل. وحتى في آلة عصرية متقدمة يوجد عادة حدًا لعدد الإجراءات التي يمكن أن تؤديها. ويمكن اعتبار الإجراء الخاص باستلام معلومة على أنه التعرف على رسالة من مجموعة ممكنة من الرسالات، والإجراء الخاص بإرسال معلومة على أنه أمرًا يتعلق بانتقاء الرسالة الصحيحة من هذه المجموعة.

وفكرة عملية المعلومات بأنها انتقاء من مجموعة من الرسالات الممكنة، ثبت أنها مفيدة في دراسات الاتصال من جميع الأنواع، وتطبيقها واضح بالنسبة لعملية التحويل عن الكود.

وقد استخدمت الفكرة بعد ذلك في تصميم الكود يوجد علاقة رياضية بين عدد الإشارات في المجموعة، وعدد الإشارات المتاحة، وعدد الإشارات التي تحتاج لأن تجمَّع لتمثل بندًا ما. فمثلاً كلمات اللغة الإنجليزية التي عددها ربع مليون كلمة يمكن تمثيلها جميعها بعدد من الكود تحتوي على ليس أكثر من أربعة من 26 حرف (يوجد 976، 45 تجميعات أربعة حروف من AAAA إلى ZZZZ).

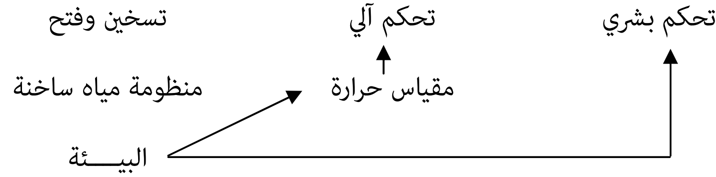
13-3.4 العلاقات بين المستندات

كما سبق تعريف المستند بأنه وسيط مادي physical medium معدَّل بحيث يحمل علامات هي إشارات بكود ما متفق عليه. وهذه العلامات يمكن أن تكون صورًا مرئية images يمكن التصرف عليها أو قبولها على أنها تمثل ناحية مرئية ما للعالم، إنها يمكن أن تكون تسجيلات للصوت بشري أو اصطناعي man – made، وبالمثل يمكن التصرف عليه، أو أنها قد تكون إشارات موافق عليها يمكن نقبلها كرموز لأي فكرة عقلية. والإشارات المتفق عليها يمكن أن تكون حروف وكلمات اللغة الطبيعية، وبذلك تربط بشكلها المنطوق، أو قد تكون كودًا بغرض خاص (مثلاً، كود مورس Morse، بريل Braille، أنواع كود للحواسيب، ترميز كيميائي).

وبغرض التركيز هنا على العلاقات بين المستندات، يمكن أن تكون هناك علاقة بين مستند وآخر فقط عن طريق وسيط agency نشطة لشخص ما أو آلة، ولكن هذه العملية يمكن لغرض الملائمة اعتبارها كبديل آخر لتحويل معلومات information transfer.

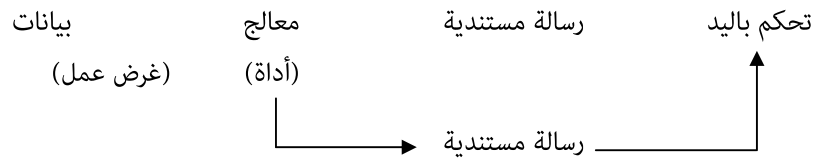
وبدلاً من الاستجابة للإنسان أو لأجهزة متضمنة متحكم، يمكن الضبط لتكون الاستجابة بواسطة إشارات تُتلقى من الطبيعة - البيئة. فمثلاً العين الضوئية الكهربائية تتفاعل مع أي انقطاع لشعاع الضوء الساقط عليها، وتفتتح بابًا آليًا منزلقًا.

وفي حالات أخرى يلتقط جهاز إشارة من البيئة وإما يسجلها أو ينقلها فورًا إلى متحكم بشري، وفي كلتا الحالتين لإجراء تالي. ويمكن تمثيل تدفق معلومات في منظومة تدفئة مركزية كالآتي:

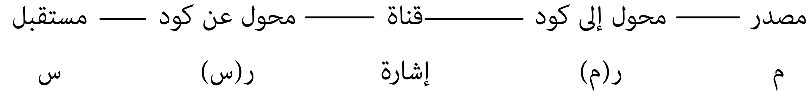


وفي حالات كثيرة تكون الرسالات المارة بين المتحكم، والآلة، والبيئة بسيطة جدًا – الضغط على زر تشغيل آلة، وصول ذراع الالتقاط إلى موقع معد، انقطاع الضوء الوصول إلى مستوى درجة حرارة معين. بين أنه، نظرًا لأن الإجراءات التي يتطلب الأمر اتخاذها بواسطة الآلات أصبحت أكثر تعقيدًا، فإن الرسالات لها ومنها زادت هي الأخرى تعقيدًا. والرسالات في الواقع، تأتي في شكل مستندات، تُعرَّف بحاملات، رسالات بالرموز يكون متفق عليه أو لغة متفق عليها. وبرنامج تعليمات حسوب يوضع عادة في الآلة كمستند document بطاقات أو شريط أو قرص – تحمل محول إلى كود بالتنقيب punched أو مغناطيسيًا.

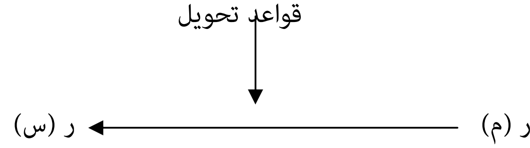
والرسالات من الحسوب حول معالجته قد تخرج مطبوعة printed أو على شاشة display فيديو.



ويمكن أن يكون نموذج الاتصال بآلة - أو بين آلات - كالآتي:



يتم تحويل رسالة مصدر (م) إلى كود encode وإرسالها خلال وسيلة ما (قناة) كإشارة طبيعية. وقد تختلف الرسالة المستلمة (س) لتحويلها عن الكود decode عن رسالة المصدر (م س) بسبب اختلال الإشارة بضجيج من نوع ما (أخطاء الإرسال، الفقد في الطريق، إضافات غير مطلوب للإشارة الخ). وبالتطبيق بالنسبة لاستخدام والعملية العامة للتحويل من مستند مصدر ر (م) إلى منتج ر (س) يمكن تمثيلها كالآتي:



وقواعد التحويل يمكن أن تكون نظامية formal وكتابية clerical صرفة، بحيث يمكن أن تطبق بواسطة آلة. ومثال ذلكن تعرّف علامات ضوئية oplical character recognition، لتمثيل الحروف والكلمات بين النص المطبوع وكود الآلة. وفي الحد الأقصى الآخر، قد يكون التحويل ثقافيًا intellectual وغير نظامي unformalized كما في الترجمة الحرة أو الاستعراض. وجميع درجات النظامية Formalization بين الحدين الأقصين يمكن أن تتواجد. أي تحويل يخضع إلى أن يفسد بواسطة الضجيج noise الاستخراجات غير الجيدة، الأخطاء في التحويل من حروف وكلمات إلى حروف وكلمات لغة أخرى Transliteration ترجمة خاطئة، الخ.

13-4 تأثيرات المعلوماتية على الإنتاجية والعمالة

13-4.1 العوامل التي تدعو لتطبيق تقنية معلومات

لا يوجد خيار لتطبيق تقنية المعلومات أو عدم تطبيقها، إن الأقطار النامية يمكنها أن تبقى فقط في أسواق العالم إذا اتبعت خطى الأقطار المتقدمة وضمنت تقنية المعلومات الجديدة في منتجاتها. وأحد الأسباب لذلك هو أن النظام الاقتصادي السائد في أجزاء كثيرة من العالم الآن يتميز بهيكل اتخاذ قرار لا مركزي. أن حقيقة أن كلاً من الدخل والبقاء يرتبطان ارتباطًا وثيقًا بالإجراءات التي تتخذها المنشأة، توفر حافزًا للمحاولة المستمرة لزيادة الإنتاجية. إن الضغوط الاقتصادية في جميع أنحاء العالم تعمل لتحقيق تحسينات شاملة في الكفاءة، واستحداثات جذرية في المنتجات.. الخ، الأمر الذي

تساعد عليه تقنية المعلومات وعلى ذلك فإن تطبيق تقنية المعلومات هذه يتوقع أن تستمر في التوسع.

إن تقنية المعلومات التي تطبق صحيحًا، يمكن أن تساعد التحسينات النوعية والمظهرية في المنتجات، وخاصة عن طريق تصغير حجمها، وهذه التحسينات تشكل عاملاً قويًا في تعزيز القدرة التنافسية للمنتجات.

13-4.2 عملية التحديث ونشر تقنيات المعلومات في الأقطار النامية

إن سرعة خطى ومدى تطبيق تقنية المعلومات في الصناعة يمكن أن تدرس دراسة مفيدة من منظور العوامل التي تؤثر على المنشآت الفردية، فيما يتعلق بقرارات تطبيق سياسات وممارسات تجديدية.

إن تطويرات المعلوماتية لها مدى واسع من التطبيقات، التي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالتصنيع، مثل: إدارة أعمال الإنتاج، التحكم في العملية، التصميم، التحكم في الآلات (آلات التحكم الرقمي، الروبوت، الخ) والاستحداثات في التصنيع. وهي في حالات كثيرة تنطوي على معدات قائمة على تقنية معلومات، عادة ما تكون استجابات لنقط ضعف تلاحظ في منظومة التصنيع مثل انخفاض إنتاجية العمالة، تعطلات الآلات، عدم توفر المهارات، استهلاك زائد للطاقة، نوعية منتج أقل من المطلوب، ظروف عمل غير آمنة.. الخ، وكما أن نقط الضعف يمكن أن تنسب إلى أشياء كثيرة فإن احتمالات عديدة أيضًا تنشأ بالنسبة لاختيار حلاً مناسبًا، وبالنسبة لكيفية تنفيذ الحل. وبطبيعة الحال ستبطئ عوامل مثل نقص رأس المال، ونقص العملة الأجنبية، وعدم توفر المهارة والمعرفة، من سرعة انتشار التقنيات القائمة على المعلوماتية وخاصة في الأقطار النامية.

والمنشأة التي لا تنشغل بالتحديث الصناعي انشغالاً إيجابيًا سرعان ما تتعثر. وفيما يتعلق بتطبيق تقنية المعلومات بصفة خاصة، يكون لزيادة الوعي في الصناعة بإمكانات التقنية لتحسين المنتجات والعمليات أهمية كبيرة.

13-4.2.1 الصناعة في المناطق الحرة على الشواطئ

قامت الصناعة بالقرب من الشواطئ، في معظمها، على عمليات تجميع ولم تنطوي عادة على مراحل إنتاج فنية عالية. وعمليات التجميع هذه يجري تحويلها الآن إلى عمليات آلية. والمنشآت الكبيرة التي تزاول بكثرة تصنيع على الشاطئ سيمكنها أن تقترب بتكاليف إنتاجها في أقطارها الأصلية، إلى تكاليف الإنتاج في الأقطار ذات تكاليف العمالة المنخفضة، وذلك باستخدام تقنية متقدمة. وسيترتب على ذلك أن تقل جاذبية جزء كبير من الإنتاج على الشاطئ بسبب تأثير انخفاض الميزة التي كانت للأجور المحلية في الأقطار النامية، وقيود التعريفة، والتحديثات القائمة على تقنية المعلومات في الأقطار المتقدمة. ومن الناحية الأخرى، يبدو محتملاً أن تختار بعض الصناعات أقطارًا نامية لإقامة صناعات فيها، تعتمد على تقنية جديدة بسبب ميزة ضريبية، انخفاض تكاليف الإنشاء، رخص رأس المال، عدم التشطط في شروط الاستخدام وفي عدم تلوث البيئة.

13-4.2.2 متطلبات المهارة

ستؤدي التطورات في تقنية المعلومات بالضرورة إلى تغييرات في الطلب على المهارات، لأن توفر المهارات المناسبة بشكل عاملاً في تطبيق هذه التقنيات. وتوجد طرق عديدة يمكن بها توزيع العدد الكلي للمهارات المطلوبة، إلا أنها ينبغي أن تدعم بقدرات تدريبية مناسبة.

13-4.2.3 صناعة الملابس

إن صناعة الملابس من حيث الاستخدام والصادرات والتطور توفر مثالاً جيدًا لتأثير تقنية المعلومات على التطور الصناعي للأقطار النامية. إن هذه الصناعة كانت تقليديًا كثيفة العمالة ومتفرقة. وكانت منظومات الإدارة والتنظيم فيها تقع في مستوى قاعدي، ودرجة التقنية التي تستخدم لمساندة عملية الإنتاج محدودة. وكانت تنتج تنوعًا واسعًا من الملابس، وتتمتع فيها بميزة تنافسية كبيرة في فروع كثيرة بسبب انخفاض

معدلات الأجور. ثم أصبحت تقنية المعلومات لتحويل مراحل كثيرة من عملية الإنتاج إلى الآلية، متاحة. وستزيد التطورات الحديثة في الإلكترونيات الجزئية القائمة على المعالجات الدقيقة micro processors من مجال ومرونة تطبيق تقنية المعلومات في هذه الصناعة، وتجعل تطبيقها أكثر اقتصاداً، الأمر الذي سيؤدي، في الوقت المناسب، إلى تغييرات في متطلبات المهارة والاستثمار الخاصة بالصناعة، وسيتجه بها نحو مستوى أعلى من التركيز بصفة عامة. وستصبح تكاليف العمالة عاملاً أقل أهمية. وعلى ذلك فسيكون من الأمور الهامة للأقطار النامية أن تأخذ في الحسبان والتأثير الممكن لتقنية المعلومات في تطوير إستراتيجيتها الخاصة بصناعة الملابس.

13-4.2.4 التغيير الهيكلي في العمالة

على الرغم من التغييرات التي حدثت بعد الثورة الصناعية، فإن البطالة لم تنتشر كما كان متخوفًا، نتيجة لحلول الآلات محل الإنسان، بل إن العمالة الكلية زادت على الرغم من أن هيكلها تغير من الزراعة إلى الصناعة والخدمات، اللذين أصبحا حاليًا الهدف الرئيسي لتطبيق تقنية المعلومات. وإذا لم يكن هناك توسع كبير جدًا في المنتجات الصناعية الجديدة والخدمات الجديدة، فإن قطاعي الصناعة والخدمات سوف لا يكونان قادرين على استيعاب العمالة المتحولة نتيجة للتوسع في الآلية الصناعية والمكتبية. وقد ترتب على الزيادة الكبيرة في عدد السكان منذ الثورة الصناعية، وعلى التعثر الحالي في النمو الاقتصادي، أن تقلصت التطلعات لاستيعاب العمالة التي تفقد عملها.

إن التحول الهيكلي السريع بين القطاعات، بينما يوفر أساسًا لتحسينات مرغوبة في الإنتاجية والعمالة بصفة عامة، فإنه قد يؤدي أيضًا إلى ضغطًا اجتماعيًا. أن التغييرات العالمية في نمط الطلب، مع تطورات تقنية المعلومات، يمكن أن يساهما في فشل عام للقوى العاملة لأن تتعرف وتستجيب إيجابيًا للحاجة إلى مثل هذا التحول. إن السمة الرئيسية للبلدان المتقدمة، في هذا الصدد، كانت الأهمية المتناقصة لقطاع الزراعة والنمو

المقابل في قطاع الخدمات. وقد حدثت هذه التغييرات الهيكلية نتيجة للنمو المنخفض في الطلب، والزيادات الكبيرة في الكفاءة في الزراعة، مع حالة عكسية في قطاع الخدمات، أي نمو سريع في الطلب وزيادات متعثرة في الكفاءة. وإذا كانت زيادات الكفاءة في قطاع الخدمات أكثر لكانت التغييرات الهيكلية بين القطاعات أقل. وكمساعدة لتقليل مثل هذه التحولات السريعة، فإن استخدام المعالج الجزئي لزيادة الآلية في قطاع الخدمات وتحسين كفاءته، يمكن أن يكون مقيدًا.

كما أن ذلك يساعد أيضًا هذا القطاع لأن يلعب دور عامل مساعد بصفة عامة، بالنسبة لتحقيق تطورًا صناعيًا، وعضويًا قابل للاستمرار ذاتيًا. ويمكن حينئذ أن يستبدل بالحركة بين القطاعات، لحد ما، حركات أقل تمزيقًا اجتماعيًا في القطاع الثانوي لمواجهة أنماط الطلب المتغيرة على السلع المصنعة.

بيد أنه إذا كانت الأقطار النامية ستستورد العمليات الصناعية بأكملها على أساس تسليم المفتاح فقد تتكون جزر من التقنية العالية ولا يكون من السهل التنبؤ بالضغوط الاجتماعية والاقتصادية المترتبة عليها لاستيعاب نوع عدم التوازنات الذي يصبح عندئذ سمة للاقتصاد.

13-5 تطوير المعلوماتية في البلدان النامية

13-5.1 الاعتماد الذاتي التقني Technological self reliance

قبل مبدأ الاعتماد الذاتي التقني للبلدان النامية، على نطاق واسع، كمتطلب مسبق أساسي ليس فقط للتعجيل السريع للتنمية الاجتماعية والاقتصادية، ولكن أيضًا للتغلب على اعتمادها التقني الزائد على البلدان المتقدمة.

والاعتماد الذاتي التقني يعرَّف بأنه القدرة الذاتية على اتخاذ وتنفيذ قرارات، وبذلك ممارسة الاختيار والتحكم بالنسبة لمجالات اعتماد تقني جزئي أو بالنسبة

لعلاقات بلد مع بلاد أخرى. والحاجة إلى استراتيجيات تشغيلية في هذا الصدد تبرز من حقيقة أنه حاليًا لا يشكل بحث المشاكل المتعلقة بالعالم الثالث إلا ما يقارب 1% من إنفاق البحث الاجتماعي للبلدان الصناعية. والاعتماد الذاتي ينبغي أن يعني بالتنمية طويلة الأجل للمهارات والموارد. والاستقلال في استخدامها للوفاء بالأهداف الوطنية. ولا ينبغي أن ينظر إليه على أنه ببساطة دفعة نحو الاكتفاء الذاتي استجابة لضغوط مباشرة مثل نقص العملة الأجنبية.

وتطوير وتنفيذ إستراتيجية اعتماد ذاتي تقني هو مسألة معقدة وينطوي على أكثر كثيرًا من خلق مراكز تقنية وطنية، وتحسين التوصل إلى براءات اختراع ومعرفة أجنبية، وتوفير رأس المال لاستغلالها.. الخ. والتفاعلات الاجتماعية والاقتصادية والثقافية تلعب دورًا هامًا، وينبغي أن يكون هناك رغبة للاتصال والتعاون في جميع المستويات.

ويعتبر البرنامج المحلي المناسب للبحث والتطوير مكونًا ضروريًا لإستراتيجية الاعتماد الذاتي والتقني. ومثل هذا البرنامج لا يسعى لأن يكون صورة أخرى لجهود البلدان الصناعية، وإنما ليكون ذا فعالية اقتصادية، ولذلك ينبغي أن يكون انتقائيًا ويركز على عدد محدود من مهام ذات علاقة وثيقة بحالة البلد المعني.

13-5.1.1 قطاع الخدمات

إن الأهمية الحساسة لتطوير قطاع الخدمات في البلدان النامية، هي أن سلعته الأساسية التي يتعامل فيها هي المعلومات مثلاً: في المصارف والتأمين والوكالات والبيوت الاستشارية الصناعية.. الخ. ونمو الطلب الخاص بخدمات معلومات من كل الأنواع هو جزء لا يتجزأ من تطور متوازن للمجتمع. وهذا بدوره يؤدي إلى تخصص وانتماء مهني للطوائف الشغالة في قطاع الخدمات، والناحية الأساسية لها هي حس المعلومات information consciousness الزائد. وفي المراحل الأولى للتصنيع تكون إشغال الخدمات في المنازل، ولكن مع تقدم التصنيع يصبح إشغال الخدمة أكثر

تخصصًا، وقائمة على أساس مهني، وتأخذ حقها في أن تتحول إلى صناعات.

وحتى يتحقق تصنيعًا متوازنًا في البلدان النامية، ينبغي أن لا يظل قطاع الصناعة منعزلاً وغير متكامل في النظام الاقتصادي الاجتماعي الوطني، حتى لا تغيب أدوارًا تشغيلية كثيرة، ينبغي أن تصحب التصنيع المتوازن، وتوفر فرص عمالة متنوعة. ويظهر هذا أيضًا في شكل مستويات منخفضة من حس المعلومات في حزمة الأنشطة الاقتصادية الاجتماعية كلها.

وفي تطوير قطاع الخدمات نفسه، كقطاع من قطاعات الاقتصاد، تتحقق الزيادات في إنتاجية القطاع عن طريق تطبيق تقنية المعلومات / متضمنة في شكل معدات إليكترونية دقيقة، ويترتب على التقنية نقص النمو / في عدد العمالة ويكون ذلك أكثر ظهورًا في مجال الآلية الإليكترونية.

وفي تسهيل تطوير قدرات تداول المعلومات، لصالح خلق اعتماد ذاتي، والأخذ في الحسبان للتأثيرات المضاعفة المتضمنة ينبغي أن ينظر إلى تطوير أقسام قطاع الخدمات كثيفة المعلومات على أنها إحدى الوسائل الأكثر أساسية التي يحفز بها النمو الصناعي.

13-5.1.2 الذكاء الاجتماعي Social intelligence

إن جوهر فكرة المعلوماتية يكمن في مفهوم التحكم في المعلومات والتغذية العكسية في إطار وقت مناسب سواء فكرنا في التحكم الآلي لعملية صناعية، أو في الناحية الأخرى من حزمة التطبيقات، أي التحكم الإستراتيجي للمنشأة أو للبلد. إن المعلومات والسلطة وجهان لعملة واحدة وأساسيان للاعتماد الذاتي.

إن طريقة التصرف بالنسبة للمعلومات تشكل مشكلة معلوماتية أساسية في كل من البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء، إلا أنها حادة في الثانية. فإذا كان التصرف بالنسبة للمعلومات هو عدم المبالاة، فعندئذ تكون مساهمة موارد المعلومات بالنسبة

للإنتاجية أقل من الفعالية الكاملة، أي أنها تعمل أساسًا على استثارة أسئلة لإجابات أكثر من أن تقدم إجابات على أسئلة.

والمسألة الأساسية هي إكساب المعلومات قيمة في أعين القائمين بحل المشكلة.

وعندئذ تنشأ استثارة لتطوير شبكات معلومات مناسبة كأساس لتوليد ذكاء اجتماعي، واتخاذ قرار فعال في كل مستوى.

13-5.2 نماذج لتطويرات معلوماتية

لا يوجد سبب يدعو لتوقع أن تنطبق التطبيقات العادية للمعلوماتية في البلدان المتقدمة على مشكلات البلدان النامية. وفي الماضي حدث ضرر كبير من تطويرات معلوماتية تمت في بلدان نامية على أساس نقل حلول جاهزة لمشاكل لم يتم هيكلتها، وغالبًا ما انطوى ذلك على نقل منظومات قيم value systems وطرق تفكير من البلدان المتقدمة. إن النماذج المناسبة تأخذ في الحسبان المعطيات المحلية للاقتصادات النامية، مثل الوفرة النسبية في العمالة، الندرة في رأس المال المادي والمهارات، كما تأخذ في الحسبان سياسة الاعتماد الذاتي، التطوير طويل الأجل للمهارات والموارد. والاستقلالية في استخدامها لتحقيق الأهداف الوطنية.

خلقت تقدمات ثورية في تقنية المعلومات إمكانات جديدة في جميع قطاعات الاقتصاد. إن المنتجات المعلوماتية يمكن أن تغير الهيكل الكلي للصناعة. ومثل جيد في الغرب هو صناعة الصيرفة التي تمر بعملية عادة هيكلة جذرية، إلا أن هناك في البلدان النامية تطبيقات جديدة ومستحدثة ما زالت لم تستكشف بعد.

إن إستراتيجية صناعية للامركزية تصبح ذات جدوى بسبب قدرات منظومات معلومات لا مركزية لها ارتباط بمراكز رئيسية عندما يكون ذلك مناسبًا. ويصبح الإنتاج في عدد أكبر من الوحدات اللامركزية الأصغر اقتصاديًا. وقد يكون مفيدًا

حيث يكون حجم السوق أيضًا صغيرًا. وهذه الإستراتيجية، بتقريبها الصناعة للناس في المناطق الريفية تعمل على حل مشاكل الانتقال للحضر المتزايدة. وأيضًا يمكن أن تمكّن منتجات معلوماتية شخصًا غير ماهر من أن يؤدي مهمة معقدة، وإلا فإنها لا يمكن أن تؤدي إلا بواسطة شخص ماهر جدًا. ومثل هذه التطبيقات قد توفر طريقًا مختصرًا لاكتساب مهارات لم تتواجد بعد في البلدان النامية. وبهذه الطريقة بدلاً من تقليص القوى العاملة، يمكن لتطبيقات المعلوماتية أن تزيد العمالة وتعزز المهارات.

واختيار النماذج ينبغي أيضًا أن يأخذ في الحسبان؛ الأحوال السائدة في البلد المعني، وعادة يكون للقطاع الريفي الأسبقية لزيادة اللامركزية والنمو الاقتصادي المتوازن واستخدام القوى العاملة وذلك نظرًا لاحتوائه على الغالبية العظمى من السكان. وكذلك تعطي الأسبقية لتطبيق المعلوماتية في المنشآت الصناعية الصغيرة التي عادة ما تشكل في البلد النامي حوالي 50% من الإنتاج الصناعي الكلي. وبصفة خاصة ينبغي أن توجه الجهود لتطوير قطاع الخدمات ليخدم المنشآت الصغيرة كقناة للنقل المناسب لتقنية المعلومات.

وتشكل قدرات التعامل في المعلومات الجهاز العصبي للمجتمع. والمعلومات هي مفتاح الإشعال للتجديد والتطوير الذي يستمر ذاتيًا. وهي التي تجمع قدرات الصناعة وأصحاب الأعمال المحليين الابتكارية والتطويرية في جهد تطويري وطني. ونماذج منظومات الاتصال الوطنية ينبغي أن تراعي التغييرات في تقنية المواصلات عن بعد، وفي التكاليف. وهذه التغييرات تزيد الفرص المتاحة، التي تتراوح من منظومات منخفضة التكلفة جدًا إلى تقنية عالية مبنية على نقل بالقمر الصناعي.

13-5.2.1 تطوير المعلوماتية

إن المعلوماتية ليست مجرد قطاع تقني يمكن دراسته منفصلاً، بل إنها بعدًا من أبعاد التطور التقني له تأثيرات على القطاعات الأخرى.

ويمكن تناول السياسات المتعلقة بالمعلوماتية في مستويين:

1- العمليات

2- البنيات التحتية

أهداف السياسة في مستوى العمليات

- تعزيز الصناعات المحلية لمعدات المعلوماتية وبرمجياتها.
- تحديد وتعزيز مجالات التطبيق التي لها أسبقية.
- تعزيز التطبيقات الحديثة.
- تطوير منظومات تدعيم قرارات الإدارة.
- تطوير منظومات تداول المعلومات الحكومية

أهداف السياسة في مستوى البنيات التحتية

- تعزيز الوعي، التعليم والتدريب
- تطوير الاتصالات الوطنية
- تطوير خدمات ومنظومات المعلومات الصناعية الوطنية
- تعزيز قطاع الخدمات المتعلقة بالصناعة

ويحتاج تحقيق كل من هذه السياسات إلى خطط قطاعية ووطنية، الأمر الذي يدعو لاتخاذ ترتيبات مؤسسية مناسبة لتعزيز وتنسيق ومراجعة أهداف سياسة المعلوماتية والعمل على تنفيذها.

13-6 سياسة الإنتاج المحلي للمعدات والبرمجيات في البلدان النامية

يلعب مبدأ الاعتماد الذاتي دورًا في موضوع تطوير الإنتاج المحلي للمعدات والبرمجيات في العالم الثالث، بمعنى أنه ينبغي السعي لتطوير القدرة التي تُمكِّن البلد النامي من أن يتخذ قرارات مبنية على معلومات فيما يتعلق بفروع صناعة المعلوماتية، التي يكون من

المفيد تطويرها على أساس أهداف منتقاة جيدًا وليس العمل على تحقيق أكبر قدر ممكن من الإنتاج المحلي مهما كانت التكاليف.

13-6.1 عواقب سياسة التصنيع المحلي

يمكن دراسة عواقب سياسة التصنيع المحلي تحت ثلاثة عناوين:

- الأول، الاعتبار الخاص بالفوائد الاقتصادية المباشرة التي يجنيها البلد، عن طريق المساهمة في صناعة أصبحت نتيجة لفترة نمو فائق السرعة، مع صناعتي الطاقة والنقل، واحدة من أكبر الصناعات في العالم.
- الثاني، الاعتبار السياسي الخاص بتقليل المخاطرة التي ينطوي عليها الاعتماد الشديد لقطاع الصناعة المحلي على منتجات المعلوماتية المستوردة.
- الثالث، وأكثرها أهمية هو الاعتبار الخاص بأن منتجات المعلوماتية، التي تنشط البلدان الصناعية في تسويقها في البلدان النامية، ليست هي الأكثر مناسبة لاحتياجات البلدان النامية. وهو أمر متوقع نظرًا لأن احتياجات البلدان النامية في هذا الصدد لم يتم دراستها بعد.

13-6.2 مدخل انتقائي

يوفر الهيكل المتغير لصناعة المعلوماتية فرصًا للمنشآت لتدخل إنتاج المعدات في أي عدد من المستويات المختلفة، بما يطابق مراحل اتخاذ القرار الرئيسية في تصنيع المنتجات: المكونات، اللوحات boards، الحاويات enclosures والمنظومات الكاملة. وعلى ذلك يمكن للبلد أن يطبق سياسة انتقائية بالنسبة للواردات، ولا يلجأ إلى تصنيع كل شيء، ويحاول أن لا يعتمد على الاستيراد من بلد واحد فقط أو مصنع واحد. بل يستورد تشكيلة من المكونات والمجموعات الفرعية. وهذه السياسة تساهم في تحقيق الاعتماد الذاتي على مدى طويل عن طريق تكوين المهارات والموارد.

13-6.3 المعدات

يتطلب تطوير المعدات استثمارًا كبيرًا ودعمًا من الحكومة، قد يأخذ شكل: قيود ودعم بالنسبة للاستيراد، حماية للمنتجين المحليين في السوق المحلي. وهذه الإجراءات تنطوي على تكلفة إضافية لدافع الضرائب أو للمشتري النهائي، وفي الوقت نفسه، على التضحية بالمزايا التي يمكن الحصول عليها من وجود بدائل في السوق المحلي للاختيار من بينها. ويمكن أن يأخذ الدعم أيضًا شكل المساعدة بالنسبة للبحث والتطوير ومِنَح للتدريب وتكوين المهارات. لأنه حتى في حالة الحسوب الصغير، يتحمل المورد المحلي تكاليف تشغيل كبيرة في توفير مستوى مرضي لدعم ومساعدة المستخدم، وذلك حتى يمكنه أن يخترق السوق المحلي. والمنتج الناجح يبني قاعدة معدات مؤسسة جيدًا وكبيرة، بحيث يمكن لمنشآت محلية متخصصة أن تنمو حولها، وتستخدم مخرجاتها في إنتاج منتجات وخدمات للاستخدام النهائي (مقابس terminals وحزم منتجات للاستخدام التطبيقي application packages ومنهجيات وصيانة الخ) ولا يمكن عليه أن يورد بنفسه مجموعة المعدات والملحقات والخدمات كلها. وتوجد فرصة المشروع المشترك بين المنشآت في البلدان النامية والبلدان المتقدمة لتصنيع المعدات، إما في شكل تجميع على الشاطئ أو إنتاج فعلي مشترك، تتم فيه بعض الأنشطة مثل البحث والتصميم والتسويق والتصنيع.. الخ محليًا.

أما التصنيع المحلي الكامل للمعدات فهو مكلف جدًا، ويتعذر أن تتوفر الفرصة لمصنِّع محلي في بلد نامي لأن يصل لمستوى التشغيل الراسخ، وبصفة خاصة إذا لم يتوفر للبلد سوق كبيرة تكفي لقيام صناعة معدات معلوماتية محلية. والحل العملي هو البدء ببعض أو كل الأنشطة الآتية: الصيانة، تكامل المنظومات، بدء تشغيل، تركيب وتوصيل المنظومات.. الخ. بدلاً من تصنيع مدى كامل من المنتجات القائمة بذاتها.

13-6.4 البرمجيات Software

إنتاج البرمجيات محليًا في البلدان النامية أكثر جاذبية من تصنيع المعدات، نظرًا لأن صناعة البرمجيات لا تتطلب رأس مال مباشر كبير أو بنية تحتية مكلفة (باستثناء الإمكانات التعليمية، وفي بعض الحالات الاتصالات عن بعد) ويتوقع أن يزيد إنتاج المنهجيات في البلاد النامية بسرعة كبيرة في المستقبل.

وللبلدان النامية متطلبات خاصة فيما يتعلق بتطبيقات المعلوماتية، تقوم أساسًا على الوضع الهام لقطاع الريف في الاقتصاد، وصغر حجم المنشآت الصناعية وعدم استقرار الإمداد بالمدخلات الصناعية الأساسية. وعلى ذلك فإن استزراع تطبيقات برمجية من البلدان المتقدمة، للبلدان النامية لن يكون مناسبًا بصفة عامة.

ويمكن للحكومات أن تتخذ إجراءات فعالة لتعزيز الصناعة المحلية للبرمجيات، مثل الدعم المالي المباشر لمساعدة منشآت البرمجيات في الحصول على معدات حسوب، وللقيام بالتدريب وتوفير الحماية القانونية لحقوق ملكية البرمجيات.

13-6.5 البنيات التحتية للمعلومات الصناعية

إن قدرات تداول المعلومات، سواء رسمية أو غير رسمية، هامة جدًا للتصنيع. وفي البلدان الصناعية نمت هذه القدرات، جنبًا إلى جنب، مع التصنيع في جميع القطاعات، أما البلدان النامية فإنها في حاجة إلى استجابة مؤسسيه لموضوع القيام بهذه الأنشطة المساندة للمعلومات، التي هي، بصفة عامة، لم تنشأ بعد، والتي على منشآت المنتج الرئيسي أن توفرها داخليًا، الأمر الذي يؤدي إلى ازدواجية وطاقة زائدة.

ويحتاج الأمر إلى خدمات ومنظومات معلومات لشبكات المعلومات الوطنية لتنسيق النمو القطاعي، ومواجهة احتياجات مستخدمين نهائيين متنوعين. ونوع المعلومات المطلوبة يشمل: بيانات اجتماعية، اقتصادية، فرصًا مالية، أحوال السوق، المعدات

المتاحة، ممارسات الإدارة، البراءات، القوانين الخ... وتتطلب مراجعة وتحديث باستمرار، والمداركة من مصادر متنوعة وطنية وإقليمية وعالمية. وهي تنقل لمستخدمين نهائيين في أشكال كثيرة تتراوح من الاتصال الشفوي إلى المطبوعات بالحسوب.

13-6.5.1 البنيات التحتية للاتصالات

يلزم، في عملية التطوير، تحقيق توازن دقيق للقوى الاجتماعية. وحتى يمكن لهذه العلاقات البينية أن تعمل بفعالية، يلزم وجود منظومات اتصالات ذات كفاءة. وتقنية المعلومات، من آلة الطباعة، مرورًا بوسائل الاتصال الكهربائية، حتى منظومات الاتصالات عن بعد الحديثة، لعبت، وستستمر تلعب، دورًا حاسمًا في توفير قدرات اتصالات ذات كفاءة. على أن الثغرة بين التطويرات الرئيسية المتتالية للاتصالات القائمة على تقنية معلومات، ضاقت كثيرًا، فمثلاً كانت الفترة بين تطوير آلة الطباعة وتطوير التلغراف والتليفون، أطول كثيرًا من الفترة بين تطوير التلغراف والتلفون وتطوير منظومات نقل البيانات عالميًا المبنية على الأقمار الصناعية. وحتى يمكن تحقيق أعظم فائدة من التحسينات المتتالية في الاتصالات المبنية على تقنية المعلومات، ينبغي أن تقوم المجموعة والمنظمات الاجتماعية بعمل التعديلات المناسبة. بيد أن عملية التعديل الاجتماعي تتم عادة تدريجيًا جدًا. ومن الناحية الأخرى، كانت خطى تطويرات الاتصالات الحديثة سريعة جدًا. ونتيجة لذلك فقد تخلفت التعديلات في المنظمات الاجتماعية. فمثلاً، على الرغم من أن منظومات الاتصالات الحديثة قليلة الاستهلاك للطاقة وغير المكلفة، توفر وحدات اتخاذ قرار لا مركزية صغيرة وفعالة؛ إلا أن الاتجاه نحو الانتشار غير المنتظم في المناطق الحضرية الصناعية الواسعة مازال مستمرًا. ويحتاج الأمر إلى سياسات صحيحة لتعجيل خطى التعديل التنظيمي المناسب حتى يمكن تحقيق أقصى منفعة من تحسينات منظومات الاتصالات المبنية على تقنية المعلومات لما فيه خير البلد.

وحتى يمكن للموصلات عن بعد أن تتكامل تكاملاً صحيحًا في البنية التحتية للاقتصاد، يلزم دراسة ترتيبات مؤسسية مناسبة لتطبيق مدخل منظومات، وتطوير إطار عمل تخطيطي جيد. وينبغي أيضًا تأمين تمويل كافي، نظرًا لأن تكاليف الاستثمارات عالية. كما ينبغي أن تتوفر المرونة في الترتيبات المؤسسية، بحيث تسمح بإتباع مدخلاً تصوِّريًا، وأن تكون هناك خطة، لأن فترة الاسترداد قد تمتد لعدة عقود.

13-6.5.2 البحث والتطوير

إن قدرة بحث وتطوير كافية تعتبر متطلبًا مسبقًا لتحقيق مقياس للاعتماد الذاتي في مجال المعلوماتية، إنها توفر وسيلة للبقاء على الاتصال بالتطورات التقنية، وتسهل استنبات قدرة مزاولة أعمال مجددة. وعلى البلدان النامية، نظرًا للقيود الشديدة على الموارد، أن تختار عددًا قليلاً من أعمال البحث والتطوير التي تتعلق أكثر من غيرها، باحتياجاتها، وتخصص الموارد المتوفرة لتمويلها وينبغي أن تؤسس أهداف هذه البحوث على خطة بعيدة المدى.

هذا ويقترح البدء ببرنامج بحث وتطوير للمعلوماتية، يناسب احتياجات البلدان النامية، ويحتوي على مشروعات مختارة، مثل تنفيذ إمكانات موصلات عن بعد لأغرض نقل البيانات، تعمل بالقرص، إدخال الآلية في المكتبات الجامعية الوطنية، استخدام المعالجات الجزئية المحمولة في مجالات التعليم بمساعدة الحسوب، والتشخيصات الطبية، وإدارة المزارع.

ويتوقع أن يتعثر تطبيق المعلوماتية في المجالات الفنية، مثل إنشاء قواعد البيانات الطبية ومعالجة بيانات الأقمار الصناعية الخ، بسبب نقص الاستشاريين المؤهلين في مجال المعلوماتية وخاصة في التعليم العالي ومراكز المعلوماتية الحكومية المركزية.

وينبغي توفير البنية التحتية المؤسسية المناسبة للبحث والتطوير الخاص بتقنية المعلومات، تشمل إلحاق معامل بمؤسسات في مستوى الجامعة، في مناطق القطر المختلفة، وتخصيص مجال محدد واضح للعمل لكل معمل.

الفصل الرابع عشر

14- المنشأة الصناعية والمواد المتقدمة

جاء في الفصل الخاص بممارسة هندسة القيمة أن من بين المؤهلات التي يحتاج إليها الأمر لأداء تحليل قيمة فعال معرفة خواص المواد واستخداماتها ولأهمية الموضوع تم تخصيص هذا الفصل للمواد المتقدمة وتأثيرها على المنشأة الصناعية بالاستعانة بالفصل الخاص بالمواد المتقدمة في تقارير الصناعة والتنمية تصدرها منظمة التنمية الصناعية للأمم المتحدة.

14-1 الاتجاهات الحديثة والموقف الراهن

يجرى حاليًا انعكاس حقيقي في العلاقة بين المواد والاقتصاد. ومن المتوقع أن تكون العواقب على مدى واسع، إذ أن الدول المتقدمة تمر بفترة تغيير سريع من حيث التقنية والمنافسة. وظهور مواد متقدمة والتقنيات الحديثة المصاحبة لها. وهذا التغيير يوفر فرصًا جديدة لتلك البلاد التي تملك القدرة على الاستثمار.

14-1.1 تعريف المواد المتقدمة

تعرَّف المواد المتقدمة بأنها مواد جديدة لها استخدامات متقدمة، أو مواد تقليدية لها خواص محسنة تحسينًا كبيراً. ويمكن للعلماء الآن تعديل التركيب الذري atomic والجزيئي molecular للمادة، ومعالجته والتحكم في شكلها واستخداماتها. وكان لهذه التغييرات تأثير على التقنيات والتقنيات الحيوية biotechnologies الرئيسية، وأصبحت صناعة المواد الآن صناعة كثيفة العلم science-intensive وعالية التقنية ولها أهمية أساسية بالنسبة للتحديث innovation والمنافسة ونمو الاقتصاديات الوطنية. وأصبحت هندسة

وإنتاج المواد جزء لا يتجزأ من تصميم المنتج في الصناعة التحويلية، التي صارت تستخدم تصنيع وتصميم متكامل وحديث ومبني على الحسوب، وتتحول نحو الصناعة العالمية.

وفيما يلي استعراض للأسواق الحالية للمواد المتقدمة والعوامل التي تؤثر عليها وعواقب استخدام مواد جديدة في الصناعات الهندسية، ويشمل التطورات في اللدائن plastics والخزفيات ceramics والجيل الجديد من المواد المركبة composite materials مثل اللدائن المقواة بالألياف fiber reinforced plastics والمركبات المترابطة بالمعادن metal matrix composites والسيرمتس cermets (مواد تجمع بين الخزفيات والمعادن)، كما يشمل التجديدات والتحسينات في المعادن والسبائك.

والبحث عن مواد جديدة يحفزه الطلب على أداء محسن وتكاليف منخفضة، ويتأثر به موردو المواد والمصنعون والمجمعون ومصنعو المكونات والمقاولون من الباطن.

كما أن التطورات تؤثر أيضًا على موردي الآلات والمعدات والأفراد الذين يتعاملون في المواد، وذلك بمفهوم إمكان احتياجهم لتعلم مهارات جديدة. واختيار المواد يشكل موضوعًا يخص قطاعات عديدة mulgisectroal يمتد عبر القطاع cross-sectroal، كما أنه ينطوي على تعاضد collaboration وتعاون وعلاقات متبادلة، صاعدة وهابطة، بين حلقات الإنتاج والإمداد، هذا ويوجد قليل من الشك في أن المواد الجديدة تهدد وتتحدى الصناعات التقليدية التي أساسها المعادن، وأن كثيرًا من المناطق الصناعية التي تعتمد اعتمادًا كبيرًا على الصناعة التحويلية التي تقوم على المعادن، تواجه انتكاسة لا مفر منها.

كما يوجد افتراض شاسع وهو أن المواد غير المعدنية mon-metals تحل محل المعادن التقليدية في مجال واسع من الاستخدامات الهندسية القائمة، وتوجد وجهة نظر أكثر حدّة، وهي أن المواد الجديدة تستولي على أسواق المنتجات الهندسية الجديدة. وكثير من الشركات العالمية الكبيرة تهتم بتطوير واستخدام كل من المواد التقليدية والجديدة، وأيضًا كل من المواد المعدنية وغير المعدنية. والعوامل التي تحكم تطوير واستخدام المواد

الجديدة معقدة. وفي محاولة لفهم الموضوعات المتعلقة بذلك ينبغي توجيه الأسئلة الآتية لكل من البلاد المتقدمة والنامية.

أ- ما هي المعايير التي تستخدم في اختيار المواد وما هي العوامل التي تشجع، وتلك التي تعوق استخدام وتطوير مواد جديدة ؟

ب- هل ستظل المعادن والسبائك تستخدم كمواد أساسية، بينما يتجه استخدام المواد الأحدث إلى الأسواق تلك القيمة المضافة الأعلى ؟

ج- هل يأتي الدافع لتطوير المواد الجديدة من الموردين أو العملاء؟ وإذا كان من العلماء فما هو الدور إلى يلعبه اختيار المواد في المنافسة ؟

د- هل سيؤدي تطوير واستخدام المواد الجديدة إلى انتكاسة حتمية لصناعة تشكيل المعادن وتشغيلها، أو إلى إضفاء حيوية جديدة على التصنيع؟

14-1.2 مجال المواد Range of Materials

تنطوي المواد الهندسية الجديدة على أربعة مجموعات، المعادن والسبائك، اللدائن، الخزفيات المتقدمة، المركبات composites. وهي تتنافس في الاستخدامات الهندسية على أساس الخواص التي تقدمها، وهذه الخواص قد تكون كامنة مثل القوة والموصلية conductivity ومقاومة الصدأ، أو مكتسبة attributive مثل التكلفة والإتاحة والقابلية للمعالجة possibility. وجميع المواد تقدم مجموعة مختلفة من الخواص. وتتحدد نواحي القوة والضعف في هذه المواد بما تحققه من فوائد للصناعات المختلفة. واختيارها يتطلب أن تقدم فوائد ملموسة وإضافية بالنسبة لتقليل التكلفة، أو لتحسين أداء المنتج، أو لخلق منتجات جديدة بالكامل. ولهذا السبب ستستمر المعادن، وخاصة الصلب في التحكم في سوق المواد في المستقبل المتطور، ويمكن استخلاص بعض الشواهد من الجداول الآتية (1-14) - (2-14) - (3-14).

جدول (14-1)

الأسواق العالمية للمواد المتقدمة 1988

البلد أو المنطقة	1988بليون دولار	معدل النمو السنوي بالأرقام الحقيقية 1995-1988
الولايات المتحدة	62.3	6.5
اليابان	38.6	8.0
أوروبا الغربية	44.2	5.8
ألمانيا الغربية	14.0	6.0
بريطانيا	6.5	5.9
إيطاليا	7.4	5.0
فرنسا	8.0	5.8
أخرى	33.3	-
المجموع	**214.3**	**6.5**

جدول (14-2)

الأسواق الأوروبية للمواد المتقدمة 1988

الأسواق أو الصناعة	**نسبة الحصة 1988م**
السيارات	24
الكهرباء/ الإلكترونيات	18
الهندسة الميكانيكية	18
التشييد	16
التغليف	8
الرياضة	3
الطائرات	2
أخرى	11
المجموع	**100**

جدول (3-14)

الأسواق العالمية للمواد المتقدمة 1988

البلد أو المنطقة	**1988بليون دولار**	**معدل النمو السنوي بالأرقام الحقيقية 1995-1988**
منتجات صلب جديدة	61.3	2.8
لدائن حرارية هندسية	15.1	8.7
مواد حرارية التصليد هندسية Thermosets	20.7	4.9
معادن غير حديدية	18.0	2.8
مركبات Composites	16.6	8.7
خزفيات تشييد	10.0	11.9
منتجات على أساس زجاجي	6.5	9.6
مواد تشغيلية للإليكترونيات	20.2	12.0
المجموع	**168.2**	**6.5**

وعلى سبيل المثال سيساعد كل من فعالية التكلفة والأداء الشامل all-round performance المعادن التي تتحكم في أسواق المواد، على المحافظة على ما تتمتع به من تفوق في سوق السيارات الهامة. إلا أن نمو المواد الجديدة في القيمة السوقية market value قُدِّر بحوالي 2 إلى 4% في السنة فقط.

ومعدل النمو السنوي للدائن التي تبدأ من مستوى أدنى في السوق قُدِّر بحوالي 8.6 نظرًا لخفة وزنها ومقاومتها للصدأ ومطروقيتها malleability الزيادة في استخدامها هي في أسواق السيارات.

ومعدل النمو السنوي قُدِّر بحوالي 12% حتى 1991، ثم يقل إلى 10% بعد ذلك. ويرجع السبب في هذا النمو إلى تحملها درجات الحرارة الغالية ومقاومتها للصدأ وللبلى والتآكل. وفرص الاستخدام الرئيسية تتمثل في مكونات المحركات engine components cladding وعدد القطع ومكونات الإلكترونيات.

والمركبات composites تتنوع تنوعًا كثيرًا. وكل من المتوقع أن تنمو في مجموعها بحوالي 8.6% في السنة ويزيد استخدام البوليمرات polymer والمركبات المترابطة بمعدن metal matrix composites بصفة خاصة، في أجزاء أجسام الطائرات وسيارات الركوب.

وكان النجاح في تحقيق هذه التنبؤات للسوق يعتمد على أنشطة البحث والتطوير للشركات التي تعمل في صناعة المواد، وهذه الصناعة لا تتضمن موردي المواد التقليدية فقط (مثلاً في المملكة المتحدة BSC) والكان، ومورد المواد البتروكيماوية مثلاً (ICI وشل BP)، وموردي الخزفيات التقليدية التي تطورت إلى منتجات متقدمة، بل تتضمن أيضًا المجموعات الهندسية الكبيرة التي تعمل على توسيع وحماية قاعدتها الخاصة بالمواد (مثل GKN وGEC وT&N وكوكسن) والشركات المستخدمة النهائية Eng-user firms مثل (رولز رويس، british aeropace وفورد) لها دور خاص، وهو أنها لا تعمل بنفسها في بحوث وتطوير المواد فقط، بل أنها تحدد شكل مستقبل صناعة المواد بقراراتها فيما يتعلق باستخدام المواد، وأنشطتها التعاونية مع موردي المواد المختلفة.

وتوجد مقيدات أخرى المزودين لاستخدام المواد، تتمثل في البنية التحتية للإنتاج وشركة مصنِّعي المواد، وموردي المعدات المزودين بالتدريب training providers. بينما توجد تقنيات ومهارات مستقرة لمعالجة المعادن، إلا أن فنيات وقدرات معالجة اللدائن، وخاصة الخزفيات والمركبات، أقل تطورًا بكثير. وهذه المواد غير المعدنية طبيعتها مختلفة عن المعادن، وتحتاج لمدخل مختلف كلية في معالجتها وتصميم استخداماتها. وعدم الأخذ في الاعتبار لأدائها وطبيعتها وخواصها يحد من السرعة واتساع المجال لاستخدامها. وهذه العوامل يصاحبها ميل للحذر من جانب مستخدميها.

وفي الختام ستزداد أهمية المواد الجديدة بالنسبة لكل من الاستخدامات الجديدة وكمواد تحل محل المواد التقليدية، وسيتم ذلك بالتطور وبالتدريج وليس بسرعة وعلى الفور. وبالنسبة لمستقبل البلاد النامية، ستظل المعادن متحكمة لسنوات عديدة قادمة، نظرًا لدورها المتكامل والمتوسع في الأعمال الهندسية في الوقت الحاضر. وستزداد أهمية المواد غير المعدنية بمجرد البطيء في تقنية المواد الجديدة في البلاد المصنَّعة حديثًا قلة الاستثمارات في البحث والتطوير، وفي تطوير المهارات.

14-1.3 المجموعات الرئيسية:

اختيار المواد الهندسية يشكل خطوة ضرورية في تصميم المكونات وتصميم المنتج الصناعي، وتؤثر خواص عديدة على اختيار مواد بعينها لاستخدامها بعينها.

وعادة تُجمَّع المواد الهندسية في أربعة عائلات families على أساس عناصر كيماوية مشتركة، تؤثر بدورها على خواص الأنواع المختلفة للمواد.

ويبين الجدول (14-4) الخواص الرئيسية للمواد غير المركبة.

جدول (14-4)

الخواص الرئيسية للمواد غير المركبة

المعادن	البوليمرات	الخزفيات
قوية Strong	ضعيفة Weak	قوية Strong
صلبة Stiff	مطاوعة Compliant	متقصفة Brittle
متينة Tough	متحملة Durbal	متحملة Durbal
موصلة جيدة للحرارة	حساسية للحرارة	عازلة للحرارة/ موصلة رديئة للحرارة
موصلة للكهرباء	عازلة للكهرباء	عازلة للكهرباء

والمركبات تختلف عن المجموعات الثلاثة الأخرى. وهي مصممة خصيصًا لتقدم تجمعات من الخواص أكثر مناسبة لاستخدامات بعينها.

14-1.3.1 المعادن والسبائك

المعادن والسبائك الحديدية هي أكثر المواد الهندسية شهرة ومعرفة. وقد جعلتها طرق معالجة الحديد والصلب المختلفة ملائمة لكثير من الاستخدامات النهائية. فالصلب مثلاً يمكن أن يصلد سطحيًا case-hardened، وأن يطرق أو يكبس طبقًا للشكل والقوة المطلوبين في المنتج النهائي أو المكون. وقد زادت إمكانات ملاءمة الصلب بتسابكه مع المعادن الأخرى مثل النيكل والتيتانيوم. وكثير من المعادن غير الحديدية يستخدم في حالته النقية. فمثلاً خفة وزن الألمونيوم وتوصيله للحرارة تجعلانه مناسبًا للحالات التي تكون فيها خفة الوزن وتوصيل الحرارة عاملين حاسمين. أما النحاس فإنه يستخدم عندما يكون لتوصيل الكهرباء أهمية خاصة.

ولا يحتمل أن تحل المواد الجديدة محل المعادن والسبائك في المستقبل القريب لأربعة أسباب:

- الأول: بعض المواد الجديدة التي دخلت في الاستعمال هي في الحقيقة معادن، مثل أنواع الصلب المنخفضة التسابك المغلفة coated وذات القوة العالية، وأنواع الصلب ذات القابلية للتشغيل المحسنة.
- الثاني: تلعب المعادن دورًا هامًّا في المواد المركبة.
- الثالث: بعض المعادن الأكثر نُدرة rare لم تتوفر بكميات كبيرة نسبيًّا إلا منذ عام 1945، والطلب التجاري عليها لم يتطور إلا حديثًا. مثل الزركونيوم (يستخدم في مكونات المفاعل النووي) والتيتانيوم (في الطائرات الأسرع من الصوت والصواريخ).
- الرابع: المبالغ الكبيرة التي استثمرت في أعمال البحث والتطوير المتعلقة بعمليات

تشغيل المعادن وتشكيلها، والتي أثرت على التركيب الجزيئي للمعادن وحسّنت خواصها الكامنة.

14-1.3.2 البوليمرات

هذه المواد المعروفة باللدائن، هي مواد عضوية مخلّقة، وهي بصفة عامة متينة Tough وخفيفة وقوية ولها خواص عزل كهربائية جيدة، وبعض أمثلتها الفينولك Phenolic مثل البكللايت Bakelite وهو ناشف hard ومتماسك rigid وله مقاومة كهربائية جيدة – والفلوروكاربون Fluorocarbon وهو قادر على تحمل درجات الحرارة العالية، وله معاملات احتكاك منخفضة، والبولي يوريثين Polyurethane سهل القولبة easy moulding، والبولاميد وراتنجات Resins الإبكس Epoxy التي لها خواص دمج bonding جيدة، وراتنجات الاستال Acetal التي تتوفر لها خواص ميكانيكية مشابهة لخواص المعادن.

14-1.3.3 الخزفيات

تشمل مدى واسع من المواد التي تستعمل خارج الصناعة الهندسية. ويصنف الزجاج والطوب والبلاط والقيشاني والأسمنت كخزفيات. والخزفيات الفنية أو المتقدمة هي الجوامد solids غير العضوية وغير المعدنية (مثل السليكون، والألومنيا ونيتريد السليكون)، وتستمد مزاياها من خواصها التركيبية المحسنة عن الخزفيات التقليدية. وأهم هذه المزايا المقاومة للحرارة والصدأ والتآكل، والصلادة hardness. وكل من العزل الجيد للكهرباء والموصلية conductivity الجيدة لها. وأهم عيوب الخزفيات التقصف بسبب حساسيتها للعيوب المجهرية micro-imperfection. وعلى ذلك تركز جهود البحث الرئيسية على تحسين فنيات المعالجة لتقليل حدوث عيوب في التركيب الأساسي للمادة.

14-1.3.4 المركبات

أي جسم يحتوي على اثنين أو أكثر من المواد يقع في هذه المجموعة، وعادة يستبعد من هذا التعريف سبائك المعادن، والبوليمر الرقائقي polymer laminates وتجميعات المواد الخزفية مثل sialons وتُضمَّن في المجموعات الثلاثة السابقة الخاصة بالمادة الواحدة. والطريقتان الرئيسيتان لتركيب المواد هما:

أولاً: الرقائق (أو الطبقات من مواد مختلفة)

ثانيًا: المركبات المترابطة matrix composites وفيها يتم تقوية الهيكل الجزيئي لمادة ما بألياف fibres مادة أخرى. ويمكن استخدام المعدن أو البوليمر أو الخزفيات لتكوّن المادة الرابطة matrix، أو المادة المسلّحة reinforcement.

وأكثر المواد المركبة شيوعًا في الاستخدام هي مركبات مترابطة ببوليمر polymer matrix composites PMCs، وتسمى أيضًا اللدائن المقوّاة بالألياف، وهذان النوعان وإن كانا أكثر المواد المركبة، التي تقدم نسب محسّنة للقوة إلى الوزن، ومقاومة للإجهاد ولدرجة الحرارة، إلا أنه توجد إمكانية كبيرة لاستخدام الأنواع الرئيسية الثلاثة الأخرى للمواد المركبة: مركبات مترابطة بمعدن MMCs والخزفيات المقوّاة بالألياف والسرمت (تجمعات من الخزفيات والمعادن). وكل منها يعمل على توفير مجموعات من الخواص تفوق خواص المواد غير المركبة.

14-1.4 خواص الاختيار

يقدر بأنه يوجد أكثر من 50000 نوع من أنواع المواد الهندسية، ولكل نوع منها مجموعة من الخواص، والمواد الجديدة يجري تطويرها باستمرار، ولذلك فإنه من المستحيل المحافظة على تصنيف حديث دائمًا لجميع المواد وخواصها واستخداماتها الممكنة، إلا أنه يمكن وضع تصور لمجموعة من العوامل تحدد عملية اختيار معقدة

وغير مثالية لكنها رشيدة. وهذه العوامل تتعلق بثلاثة أنواع من الخصائص: كامنة، ومكتسبة وثالثة تجمع بين الكامنة والمكتسبة.

والخواص الكامنة: ميكانيكية (القوة والمرونة)، وطبيعتها (التوصيل الحراري والكهربائي)، وكيماوية (مقاومة الصدأ والتآكل). وهذه الخواص تحدد ملاءمة المادة للتصنيع والاستخدام اللاحق.

والخواص المكتسبة الرئيسية: هي التكلفة والإتاحة. والتكلفة عبارة عن عناصر متنوعة تتضمن استخراج وتقنية ونقل المادة الجديدة، وما يصاحب ذلك من عمليات معقدة وقيمة مضافة. والتكلفة النسبية للمواد المختلفة تتأثر بالتأرجحات في أسواق السلع، وتكلفة الطاقة، وكذلك الاعتبارات الاقتصادية العامة مثل معدلات التحويل. أما الإتاحة فإنها تعتمد على حجم المصدر الأساسي للمادة الخام الأصلية، ومن الواضح أن الإتاحة تؤثر على التكلفة إلا أن الإتاحة تعتمد أحيانًا على عوامل جغرافية وعامل الملكية والسياسة.

وتتحكم الاتفاقات الاحتكارية cartels، أو الحكومات، في العديد من الاحتياطيات المنجمية الثمينة، وتفرض قيودًا على التعامل مع بقية العالم فيها. كما أن التكلفة والإتاحة يفرضان محددات لاستخدام المواد في الأغراض المختلفة، إلا أنهما لا يؤثران بالضرورة في اتجاه واحد، فمثلاً تتواجد الموارد الطبيعية للدائن والخزفيات بوفرة أكثر من المعادن، إلا أن الخزفيات تكون أكثر تكلفة عندما تستخدم كمواد هندسية. ويمكن توضيح التباين بين التكلفة والإتاحة بالقابلية للمعالجة. وبقدر أقل، بالناحية الجمالية للمواد الهندسية ومدى وجودها جاهزة عند الحاجة. والسبب الرئيسي للقصور الذاتي الذي يعوق استخدام مواد هندسية جديدة في كل من البلاد المتقدمة والنامية، هو وجود بنية أساسية قائمة فعلاً للعملية الإنتاجية المستخدمة. ولذلك فإن المواد الجديدة ينبغي أن تحقق فوائد حقيقية ملموسة، مثل تحسين النوعية، أو زيادة كفاءة الأداء، أو تقليل

التكلفة، وذلك إمَّا بالنسبة للمادة نفسها أو للعملية الإنتاجية. ولذلك فإنه وإن كان استخدامها يتم تدريجيًا وبالتطوير، إلا أنه ذو أهمية كبيرة لتطوير الصناعات الهندسية في العالم.

14-2 اتجاهات السوق

سبق بيان أن اختيار المواد يعتمد على خواصها الكامنة والمكتسبة، إلا أن الاختيار النهائي يقوم على قدرة موردي المواد الجديدة على إثبات تفوقها على المواد المستخدمة فعلاً بالنسبة للأغراض نفسها. وفي حالة استخدام المادة لمنتج جديد أو لاستخدام جديد، تكون المنافسة بينها وبين المادة المستخدمة فعلاً، أكثر مرونة. وفي الواقع العملي يتعذر التفرقة بالنسبة للمنتجات والمواد بين الجديد منها وبين المستخدم فعلاً، الأمر الذي يصعب معه إعداد تقديرات لمبيعات واستعمال المواد الجديدة. ويبين الجدولان (14-1)، (14-2) توزيع المبيعات العالمية من المواد الجديدة في 1988، وتوزيع المبيعات الأوروبية حسب شرائح السوق الصناعية. والبيانات القليلة المتوفرة تظهر قوة سوق المواد الجديدة. وبينما يمكن القول بأن المواد المحسنة هي التي ولدت الحجم الأكبر من المبيعات، إلا أنه من المحتمل أن يظل نمو السوق في المستقبل متواضعًا، كما أن العكس صحيح بالنسبة للمواد ذات التقنية العالية، حيث الأسواق صغيرة إلا أن احتمال النمو أكثر.

ويتبين من الجدول (14-1) أن مجموع إنتاج المواد المتقدمة في 1988 للولايات المتحدة واليابان والمجموعة الأوروبية يبلغ 145.1 بليون دولار، وأن الولايات المتحدة تحتل 42.9% من هذا المجموع، والمجموعة الأوروبية 30.5% واليابان 26.6%. وهذا الترتيب يسري لحد ما بالنسبة للمواد المركبة وخاصة السبائك والسبائك الفائقة، وهي المجالات التي تتقدم فيها الولايات المتحدة. أما اليابان فقد حققت وضعًا متميزًا بالنسبة للخزفيات وألياف الكربون ومواد الإلكترونيات والإلكترونيات البصرية optoelectronics

مثل البلورات السائلة liquid crystals وفي أوروبا تم توجيه اهتمام أكبر نحو المواد التقليدية. ولم تحدث تطورات تقنية غير عادية إلا في مجالات البوليمرات الهندسية والزجاج والمعادن الجديدة.

وليس من المستغرب أن تحتل الأسبقية الكبرى في السوق، المواد الجديدة التي تطورت من مواد مستقرة في الاستخدام ولها قدرات مثبوتة، فمثلاً اللدائن (اللدائن الحرارية والمصلدة حراريًا thermosets) لها صناعة تخليق نامية، أقيمت أساسًا لتخدم أسواق منتجات المستهلك. ولذلك فإنها تحتل المركز الثاني بعد أنواع الصلب الجديدة. ويمكن توضيح الوضع الرائد الذي تحتله أنواع الصلب بما جاء في الجدول (14-2) الذي يبين أهمية سوق السيارات يليه الهندسة الميكانيكية والكهربائية. وقد يبدو أن معدلات الفضاء لها أهمية أقل بكثير، إلا أنه ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار أن سوق معدلات الفضاء aerospace صغير نسبيا، وأنه يتميز بأن طلبه يتركز على المواد ذات التقنية العالية جدًا.

وفيما يلي وصف اتجاهات السوق الرئيسية لكل مجموعة في هذه الصناعات:

14-2.1 البوليمرات

يستمر الصلب في أسواق المعادن المادة الحاكمة ويستمر تحسينه وتطويره ويبين جدول (14-5) الاستخدامات الحالية للصلب في المملكة المتحدة موزعة على الفروع الصناعية.

جدول (14-5)

الأسواق الأوروبية للمواد المتقدمة 1988

فروع الصناعة	نسبة الحصة
السلع المعدنية	%18.8
الهندسة الميكانيكية	%21.2
الهندسة الكهربائية	%5.0
سيارات الركوب	%10.0
السيارات التجارية	%7.2
الصناعات الأخرى	%20.9
التشييد	%16.9
المجموع	**%100.0**

والتطوير يركِّز حاليًا على صلب منخفض السبائكية خفيف الوزن شديد القوة، وعلى صلب ميكروسبائكي micro-alloyed وعلى صلب مغلف له قوة تحمل ومقاومة للصدأ محسنتين. كما يركز على القابلية للتشغيل والقابلية للتشكيل. ويعني هذا النمط من التطوير أنه وإن كان المعدل المقدر للنمو السنوي حتى 1995 لمبيعات جميع أنواع الصلب هو 0.4% فقط، إلا أن المعدل المقدر لنمو مبيعات السبائك الجديدة هو 2.8% من حيث القيمة، كما يتبين من الجدول (14-3). وباعتبار أن مبيعات أنواع الصلب العادي تنمو أسرع في البلاد المصنعة حديثًا NICs، فإنه يتوقع أن تقل المبيعات الكلية بالوزن في البلاد المتقدمة بحوالي 0.5% في السنة.

وقد تتم تقدير قيمة المنتجات غير الحديدية الجديدة بمبلغ 18 بليون دولار في 1988، وأنها تنمو بمعدل سنوي متوسط متوقع قدره 2.8% كما هو مبين في جدول (14-3).

ومن هذه المجموعة تم توجيه الاهتمام الأكبر للألمونيوم، الذي يتم إنتاجه بكميات أكبر من أي مادة غير حديدية أخرى (مجموع الإنتاج العالمي حوالي 16.5 مليون طن)، والذي يستخدم في صناعات متنوعة، مثل صناعة معدات الفضاء وسيارات الركوب والحسوب والهندسة الكهربائية، ويتراوح المعدل السنوي المقدر حينئذ لنمو استهلاك الألمونيوم بين 4%، 8%، فمثلاً بالنسبة لمعدات الفضاء تتنبأ شركة الكان البريطانية أن سوق سبائك الألمونيوم الذي يقدر بحوالي 400 مليون جنيه إسترليني سينمو بنسبة 5-8%. ويرجح البعض السبب في هذا النمو إلى تطوير سبائك ألمونيوم – ليثيوم جديدة تنافس المواد المركبة. وكانت شركة الكان تتوقع أن يتوفر لها سوقًا قيمته 250 مليون جنيه إسترليني على الأقل في أواخر التسعينيات.

14-2.2 البوليمر والمواد اللدائنية

تحتل المكونات الهندسية 20% من سوق المنتجات اللدائنية، ويتوقع أن ينمو القطاع الفرعي للمكونات بنسبة 5% في السنة مقابل 3% لسوق المنتجات اللدائنية. تزيد الصناعات الهندسية، متضمنة صناعة السيارات، من استخدامه للدائن الفنية والمقواة وللمواد المركبة. ومن المتوقع أن ينمو السوق العالمي بالنسبة للمواد اللدائنية المستجدة بنسبة بين 5% و99% سنويًا.

14-2.3 المواد الخزفية

في 1988 قدر سوق الخزفيات العالمي بحوالي 10 بليون دولار، ويزداد بحوالي 12% في السنة ليصل في 1991 إلى 12 بليون دولار، وبعدها يقل معدل النمو إلى 10%، نظرًا لأن بعض الاستخدامات بلغت مرحلة النضوج، وحتى مع هذا يتوقع أن يصل السوق العالمي إلى 17 بليون دولار في 1995. والعميل الرئيسي للمنتجات الخزفية سيظل الصناعات الهندسية والكهربائية والإلكترونية. كما في جدول (6-14).

هذا وتظهر صناعات كثيرة اهتمامًا متزايدًا ببعض المواد الخزفية، بسبب خواصها المقاومة للحرارة وللصدأ، إلا أن دخول الخزفيات في صناعة السيارات والصناعات الهندسية الميكانيكية سيظل بطيئًا، نظرًا لأن الاعتمادية التي تستمر مع الوقت ستظل مطلبًا أساسيًا لهذه الصناعات، الأمر الذي يحتاج إلى فترات اختبار وتثبت طويلة.

جدول (14-6)

الاستهلاك العالمي من الخزفيات المتقدمة 1987م

البلد أو المنطقة	الاستهلاك في 1987 بليون دولار	نسبة الحصة
الولايات المتحدة	4.2	%43.3
اليابان	3.0	%30.9
أوروبا	2.1	%21.6
باقي العالم	0.4	%4.1
المجموع		**%100.0**

14-2.4 المواد المركبة Composite materials

ينمو السوق العالمي للمواد المركبة بمعدل متوسط 8.7% في السنة، وتشمل المواد المركبة موادً كثيرة في عدد كبير من الصناعات، ويبين جدول (14-8) الأسواق الحالية والمتوقعة لمركبات مترابطة بمادة خزفية ومترابطة بمعدن، وكربون - كربون في كل من الولايات المتحدة وأوروبا الغربية في عام 1989 وتوقعات لعامي 1955 و2000.

جدول (7-14)

حجم السوق العالمي للخزفيات المتقدمة 1987م

الاستخدام	حجم السوق 1987 مليون دولار	نسبة الحصة
كهربائية جهد منخفض	2522	%26.0
المكثفات والمغلفات	2134	%22.0
الخزفيات الهندسية	1552	%12.0
كهربائية/ إلكترونية أخرى	1164	%12.0
فرَّايت	970	%10.0
ألياف بصرية	873	%9.0
قيشاني كهربائي عالي الجهد	485	%5.0
المجموع	**9700**	**%100.0**

جدول (14-8)

الأسواق الحالية والمتوقعة لمركبات مترابطة بمادة خزفية ومترابطة بمعدن وكربون - كربون في كل من الولايات المتحدة وأوروبا في عام 1989 وتقديرات لعامي 1995، 2000

البند	1989 الولايات المتحدة/ أوروبا الغربية		1989 الولايات المتحدة/ أوروبا الغربية		1989 الولايات المتحدة/ أوروبا الغربية		1989 الولايات المتحدة/ أوروبا الغربية	
كربون - كربون كوابح الطائرات	85	30	170	150	190	190	8.0	18.0
استخدامات أخرى	102	32	121	50	140	75	3.0	8.0
المجموع	187	62	271	200	330	265	5.0	14.0
مترابط بمعدن ألومنيوم	16	5	15	40	65	75	14.0	28.0
مترابط بمعدن آخر	5	0	17	3.5	40	10.5	16.0	30.0
المجموع	21	5	62	43.5	105	85.5	16.0	30.0
ترابط بمادة خزفية لعدد القطع	10	2.5	30	6	50	12	16.0	15.0
مترابط بمادة خزفية لمنتجات أخرى	15	1.0	28	8	40	15	9.0	28.0
المجموع	25	3.5	58	14	90	27	12.0	20.0
المجمـــوع	223	70.5	411	257.5	525	377.5	8.0	16.0

ويبين جدول (14-9) توزيع مركبات البوليمر في السوق العالمي على القطاعات المستهلكة الرئيسية في 1988.

جدول (14-9)

توزيع مركبات البوليمر في السوق العالمي

على القطاعات المستهلكة الرئيسية في 1988

قطاع السوق	نسبة الحصة 1988 م
معدات الفضاء	38
أوقات الفراغ/ الترفيه	31
المنتجات الصناعية	23
السيارات	3
أخرى	5
المجموع	**100**

وتختلف دقة التقديرات حسب نضج السوق، ويصب جدًّا الحصول على تقديرات، إلا أن السوق العالمي للمواد المركبة المقدر بمبلغ 16.6 بليون دولار في 1988 كان مقدّرا له أن ينمو بنسبة 18.7% حتى 1995. إلا أنه توجد اختلافات كبيرة بين معدلات نمو الأنواع المختلفة من المركبات، فمثلاً اللدائن الحرارية للقوة بالألياف fibre-reinforced thermoplastics، تنمو بمعدل سنوي 11%، بينما تنمو تلك التي تصلد حراريًّا thermosety وهي أكثر كلفة وأشد تقصفًا وأقل سهولة في إعادة المعالجة recycled، بنسبة 3.5% في السنة، والمركبات المتقدمة المؤسسة على مواد رابطة خزافية ما زالت في مرحلة مبكرة من التطوير، إلا أنه قد يكون لها القدرة على أن تحقق معدلاً للنمو في المبيعات، فمثلاً تتوقع شركة رولز رويس سوقًا قدره 300 مليون جنيه إسترليني في سنة 2000، ويزيد إلى 2 بليون في سنة 2010 نظرًا لأن استخدامات الفضاء ستصبح أكثر انتشارًا في الصناعات الهندسية.

والحافز لتطوير هذه المواد كان في الماضي يكمن في احتياجات الفضاء والصناعات الحربية، وتم صرف مبالغ كبيرة جدًّا، وخاصة في الولايات المتحدة، لتحقيق مستويات أداء كان يستحيل تحقيقها بالمواد التقليدية. وتعتمد معظم التطبيقات الناجحة على الدرجة الفائقة من المتانة stiffness أو الصلابة أو مقاومة الحرارة أو الخمول الكيماوي chemical interness للخزف، أو لتطور التقوية بالكربون. وهذه الخواص بالإضافة إلى الكثافة المنخفضة توضح لماذا ترتبط كثير من الاستخدامات أي، التي سبق ذكرها، بمنظومات النقل transport system إذ أن التوفير في الطاقة وفي التكلفة ينتج عن استخدام مكونات ذات أداء أعلى ووزن أقل.

كانت الولايات المتحدة في 1989 أكبر سوق لكل من المجموعات المذكورة، الأمر الذي يعكس ضخامة صناعة الفضاء فيها، ومن المحتمل في نهاية القرن أن يكون لأوروبا الغربية أسواقًا أكبر قليلاً بالنسبة للمركبات التي أساسها الكربون Carbon-based، والمركبات المترابطة بمعدن الألمونيوم aluminum metal matrix، وهذا الاحتمال هو انعكاس للنمو السريع للاستخدام الكبير للطائرات المدنية في أوروبا الغربية، وأيضًا للأهمية النسبية لإنتاج محركات الديزل والسيارات ذات الاستهلاك المنخفض للوقود في أوربا الغربية.

وقد زادت مبيعات كل من الألياف المتقدمة، والمركبات سابقة التشبع Pre-impregnated في النصف الأول لعام 1990 بنسبة 7% و 16% على الترتيب، بالمقارنة بالنصف الأول لعام 1989، وهذه الأرقام تعني أن 881 طنًا من الألياف المتقدمة قيمتها 231 مليون دولار تم شحنها خلال الستة شهور الأولى من عام 1990، ومن المركبات سابقة التشبع 6734 طنًا قيمتها 336 مليون دولار، وكانت صناعات الفضاء هي التي حصلت على الجزء الأكبر من مخرجات الصناعة من هذه المواد وتلتها قطاعات أدوات الرياضة ثم الصناعات البحرية والصناعة.

14-3 الاستخدامات النهائية والطلبات التي تولدها (Drived demonds)

يظهر الاستعراض السابق لحجم ونمو وتكوين أسواق مجموعات المواد الهندسية الجديدة، أنه توجد اختلافات كبيرة بين أنواع المواد المختلفة وكذلك في داخل كل مجموعة من المجموعات، وأن هذه الاختلافات يمكن تفسيرها بهياكل واتجاهات القطاعات الرئيسية المستخدمة النهائية التي توفر الطلب المتولد على المواد نفسها، وهذه القطاعات هي:

14-3.1 أسواق السيارات

يتأثر إدخال المواد الهندسية الجديدة في صناعة السيارات ومكوناتها تأثيرًا كبيرًا، لما تلقاه من منافسة شديدة في الاستخدامات النهائية التي يستقر الرأي عليها. وذلك لأن الصناعة تعمل باستمرار على تقليل التكاليف وعلى صنع منتجات من نوعية أحسن. وتقليل التكاليف يتضمن اختيار مواد لها عمر أطول وتنطوي على فقد أقل في التصنيع، كما تتضمن تحسينات المنتج، تخفيف الوزن، وزيادة كفاءة الوقود، وتحسين التصميم ومرونته وتوفير العديد من المكونات والمنظومات الإضافية المصممة لزيادة السلامة والراحة. وكان تأثير هذه الضغوط العديدة أن تغير وزن السيارة واستخدام المواد ببطء فقط، نظرًا لأن التحسينات في الشكل الأساسي والهيكل عرقلها إدخال أجزاء أكثر كقطع نمطية.

14-3.1.1 الصلب

ما زال المادة الحاكمة في صناعة السيارات بفضل أدائه الفني الشامل All-round technical performance وقدرته على المنافسة بالنسبة للتكاليف، وتكامل منظومة الإمداد بالمواد والمكونات في صناعة الصلب، والمبالغ الضخمة التي يستثمرها مجمعو السيارات الرئيسيون في مصانع الصلب. وقد وجدت أنواع الصلب المختلفة في أشكالها

المختلفة مجالات واسعة للاستخدام، فألواح الصلب المدرفلة على البارد تتمتع بقابلية للسحب (ممطولية) duetility، وقابلية عالية للحام النقطي spot welding، ويكاد أن يقتصر الاستخدام عليها في ألواح أجسام السيارات، وتستخدم ألواح الصلب الأكثر سمكًا في مكونات تحميل السيارة، كما توجد لقضبان الصلب استخدامات كثيرة، مثل مجموعات العادم، وأعمدة عجلات القيادة، ومستوعبات الصدمة وإطارات المقاعد.. الخ، هذا ويتم باستمرار تطوير أنواع صلب جديدة لها خواص محسنة، وخاصة بالنسبة للتشكيل، ولذلك سيظل الصلب هو الصلب خلال التسعينات.

14-3.1.2 الحديد الزهر

يستعمل بكثرة لقوته ورجوعيته الحرارية thermal resilience وهو يوفر فرصة رخيصة نسبيًا لتصنيع أشكال كبيرة، وغالبا معقدة مثل أجسام المحركات engine blocks ورؤوس الأسطوانات cylinder heads صناديق التروس gear boxes.

14-3.1.3 الألمونيوم

يستعمل أيضًا لصنع بعض المكونات التي سبق ذكرها، وإن كانت التكلفة قد حدت من استخدامه في ألواح أجسام السيارات، إلا في عدد قليل من القطع في السيارات الغالية (الألمونيوم حوالي ثلاث مرات تكلفة الصلب). وميزاته الرئيسية على الصلب خفة وزنه ومقاومته الأعظم للصدأ.

14-3.1.4 اللدائن

خفيفة الوزن ومقاومة للصدأ ولها خواص قولبة (mouldability)، وهذا يفسر سبب زيادة استخدامها في صناعة السيارات بعد أن كان استخدامها في البداية مختصرًا على التركيبات الداخلية، والمقاعد والتابلوه والسقف وإطارات الأبواب الخ. كما أنها تستخدم في مخفف الصدمة وخزانات البنزين وعاء أو غطاء عجلة الإطار الاحتياطي.

والمراحل التالية للبحوث والتطوير فيما يتعلق باستخدام اللدائن، هي البحث عن سبل لإمكان استخدامها في مكونات تحت غطاء المحرك وأجزاء الهيكل التي عليها تحميل، وعيوبها الأساسية هي عدم قدرتها على تحمل درجات حرارة عالية أثناء الإنتاج في ورش الطلاء، وفي السيارة بالقرب من المحرك. وهي أقل جودة من الصلب بالنسبة للطلاء وتشطيب السطح، كما أن دورة إنتاجها بطيئة، ولذلك يركز البحث والتطوير على محركات تدور في درجات حرارة منخفضة، وعلى عمليات طلاء آلية ذات درجات حرارة منخفضة. وعلى تقويتها بالألياف لتحسين خواصها الميكانيكية.

14-3.1.5 المواد المركبة المترابطة ببوليمر Polymer matrix composites

تستخدم فعلاً الآن في صنع يايات ورقية وأعمدة إدارة. وتوجد إمكانية لاستخدام اللدائن المقواة بالألياف الزجاجية في مجموعة العادم وحامل البطارية وحامل عجلة الإطار الاحتياطي وغطائه كما تستخدم هذه المواد مع مركبات تصلد حراريًا أخرى، كأذرع تحميل وأعمدة توصيل وعجلات قيادة وعجلات طريق. وكثير من استخدامات اللدائن التي ذكرت مثل مخفف الصدمة والأسقف والرفارف والأغطية مقواة بالألياف.

مركبات مترابطة بمعدن metal- matrix composites

هي أيضًا موضع برامج تطوير، أساسًا لاستخدامها في مكونات المحرك مثل المكابس (تويتا في اليابان تنتجها الآن)، ومحاور المكابس وقمصان الأسطوانات، وأعمدة التوصيل، وأذرع الأرجحة، والرحويات التوربينية، ولاستخدامها كذلك في مكونات خارج المحرك مثل أعمدة الإدارة وأطواق الكابح، والموصلات الكروية. والمركبات المترابطة بمعدن لها إمكانات داخل المحرك أكثر من البوليمرات المقواة بالألياف، نظرًا لأنها أكثر مقاومة للإجهاد fatigue- resistance وأكثر قابلية للتحمل في درجات الحرارة العالية، ولها نسبة عالية / القوة الوزن، ومتانة عالية.

14-3.1.6 الخزفيات ceramics

وهي مناسبة للظروف الحرارية، وكانت تحت الدراسة منذ مدة لاستخدامها في تصنيع مكونات المتحرك وقد يترتب على خفة وزنها وارتفاع درجة حرارة انصهارها وصلادتها، أن تنتفي الحاجة إلى دورات تبريد وتزييت في المحركات، إلا أن الخزفيات صعبة في التصنيع بنوعية مستقرة بدرجة كافية. وكذلك في الوصل بالمعادن، ولذلك فإنه يعتقد بأنه ليس من المحتمل تطوير محرك يتكون من أجزاء معظمها من الخزفيات، وأن يظل استخدام الخزفيات مقتصرًا على مكونات صغيرة هامة مثل الصمامات والكامات والعضو الدوار وقمصان فتحات العادم (شركة بورش porche تنتج هذه القطع فعلاً).

وبصفة عامة، لا يوجد شك في أن صناعة السيارات ستستمر في زيادة استخدام المواد الجديدة في تصنيع السيارات، إلا أن مصنِّعي السيارات متحفظون وعلى الرغم من الاستثمار في أعمال البحث والتطوير المتعلقة بالمواد الجديدة وتقنيات المعالجة، إلا أن الكثير منهم ما زال متحفظًا لدرجة كبيرة بالنسبة لاستخدام نواتج هذه البحوث مباشرة. ونظرًا لأن تكاليف تطوير الطرازات الجديدة تزيد عن بليون دولار، فإن أي خطأ في الأداء المتوقع لمكون جديد أو مادة جديدة قد يكلف كثيرًا ولذلك يظهر المصنِّعون محاباة للمواد المعروفة.

14-3.2 الأسواق الكهربائية والإلكترونية

تختلف الصناعة الهندسية الكهربائية والإلكترونية في جميع أنحاء العالم عن صناعة السيارات في أنها صناعة حديثة نسبيًا ومعرضة لتحديث وتحول سريع للمنتجات، وأنها غير مرتبطة ارتباطًا كبيرًا ببنية أساسية عريقة. أما الهندسة الميكانيكية وهندسة السيارات فإن المنتجات (والأسواق) الخاصة بها استقرت استقرارًا جيدًا، وبذلك فإن الشركات تتجه نحو التحديثات التقنية مثل منظومات التحكم في المحركات لتحقيق

ميزة تنافسية، وكذلك فإنه نظرًا لأن معايير المنتجات تم تحديدها مسبقًا، فإنه يتم اختيار المواد أو معالجتها لتحقيق متطلبات المنتج. هذا ويصعب التعميم بالنسبة للاتجاهات في الصناعات الإلكترونية لأنها أكثر تعقيدًا من صناعة السيارات بما تتضمنه من تصنيع مكونات إلكترونية وسلع استهلاكية وحسوب وأجهزة اتصالات ومعدات دفاع وإلكترونيات صناعية، إلا أنه كقاعدة عامة تتوفر الفرص للمواد الجديدة عن طريق استحداث منتجات جديدة وخلق أسواق جديدة.

والإمكانات لاستخدام مواد جديدة في الإلكترونيات كثيرة، ولذلك يصعب تقدير مدى استخدامها تقديرًا كميًا. والمعايير الأساسية لاختيار المواد هي لأسباب واضحة، السمات الطبيعية وهي التوصيل والعزل الكهربائي والحراري، والخواص المغناطيسية. والأمر يختلف تمامًا بالنسبة للقطاعات الهندسية الأخرى التي يكون للاعتبارات التركيبية المقام الأول فيها، فمثلاً اللدائن نجحت في استغلال شرائح مختلفة في سوق الإلكترونيات مثل الوصلات connectors (من الفينول والنيلون والبولي كربونات) ووسائل التوصيل بالأسلاك (اليوريا والبولي كربونات والفينولك، الأبكس).

بالإضافة إلى التعرف على وسائل استغلال إمكانات المواد المعروفة، تسارع الصناعة للحصول على وتطوير مواد متقدمة حديثة. وحاليًا تحظى الخزفيات باهتمام عالمي بفضل ما تتمتع به من مزايا كمواد موصلة وشبه موصلة عازلة، وكذلك. من خصائص بصرية ومغناطيسية، والاستخدامات تشمل لوحات الدوائر المطبوعة ودوائر التكامل ومحولات الطاقة والمجسات والمكثفات.

وتشمل الأمثلة للتطورات الرئيسية الحالية ما يأتي:

- استعمال أرسنيد الجاليوم gallium arsenide كبديل للسليكون في صناعة بعض المنتجات مثل الآلي الفائق supercomputing، ومعالجة الإشارات، ومنظومات الرادار المعقدة، وبصريات الألياف التي تستقبل نبضات ضوئية بدلاً من نبضات كهربائية في

الاتصالات ذات الاتجاهين، وتطوير الموصلات الفائقة التي وإن كانت مازالت بعيدة بعض الشيء عن التطبيقات العملية الرئيسية إلا أنها تقدم إمكانية في عدد من المجالات المختلفة.

14-3.2.1 شبه الموصلات Semi – conductors

في العشرين سنة الأخيرة تحكم السليكون في سوق شبه الموصلات لتوفره بكميات كبيرة ورخص إنتاجه. وفي السنوات الأخيرة القليلة دخلت المركبات الكيماوية II-V بعد اكتشافها، إلى هذا السوق، ودفعت بصناعة الإلكترونيات إلى أسواق جديدة. ومركبات III-V مؤسسة على عناصر من العامور الثالث للجدول الدوري periodic table مثل الجاليوم gallium والأنديوم indium، ومن العامود الخامس مثل الفوسفور والزرنيخ arsenic. والأكثر شيوعًا وتطويرًا هو أرسنيد الجاليوم الخزفي الذي ينافس السليكون منافسة مباشرة. ونقط القوة الرئيسة في أرسنيد الجاليوم هي (1) تدفق أسرع للإلكترونيات وبالتالي معدل أسرع لأداء الوظائف الكهربائية، (2) الأداء في ظروف اختبار أشد مثل الإشعاع، (3) والخواص الكهروبصرية.

ونقطتا القوة (2) و (3) هما اللتان تسببتا في تفوق مركبات III-V على السليكون ووفرتا فرصة ملائمة لتطبيقات أكثر تخصصًا. وبالمعالجة بالمزاليق doping أمكن لفوسفيد جاليوم gallium phosphide أن يعطي لونًا أصفر أو أخضر أو أحمر وأن يجد استعمالات في المبينات المرئية. ومع نمو مواصلات الألياف البصرية يمكن للمركبات أن تستخدم كمصادر ضوء أو مكتشفات أو مجسات. وقد مكنتها قدرتها على أن تتعامل بترددات أعلى من السليكون من أن تدخل في منظومات مواصلات الميكروويف وإذاعة الأقمار الصناعية. والمحور الرئيسي للاهتمام بأرسنيد الجاليونم هو السرعة الأعلى للعمليات وهو أمر هام بصفة خاصة في الحسوب الفائق ذي القدرة العالية. والصعوبات الحالية في التغلب على مشاكل الإنتاج (الهشاشية fragility في المناولة، المشاكل المتعلقة بالحصول

على الدرجة الصحيحة للنقاوة، تقليل تكلفة الإنتاج)، بالإضافة إلى أن التقدم في تقنية السليكون يعني أن أرسنيد الجاليوم سيظل لبعض الوقت مستغلاً في التطبيقات المتخصصة التي تلائمه بصفة خاصة، وتشمل الحسوب الفائق وعمليات الإشارات في منظومات الرادار المعقدة.

14-3.2.2 منظومات نقل الإشارات signal transmission systems

كانت كابلات النحاس هي المادة التقليدية لموصلات الإشارات وللموصلات بين وداخل المعدات الكهربائية بسبب خاصية التوصيل الكهربائي الجيدة التي تتمتع بها، إلا أن النحاس يتعرض لتداخل الكترومغناطيسي وخاصة في المسافات الطويلة، ونظرًا لأن كل إشارة ينبغي أن تنقل بكابل منفصل فإن المنظومة تكون كبيرة الحجم جدًا وتركيبها مكلفًا. والحل لهذه المشكلات هو الإلكترونيات البصرية optoelectronics. وأحد عناصرها الألياف البصرية fiber optics وهي تعتمد على نقل إشارات رقمية وليس إشارات نظيرة، وذلك في نبضات ضوئية تبرق بالليزر خلال ألياف زجاج خزفي، والألياف البصرية لا تتعرض للتداخل، وتشغل حيزًا أقل في مجاري الكابلات. وهي متعددة الأغراض ويمكن الاعتماد عيها. واستخدام الإشارات الرقمية بدلاً من النظيرة ينتج عنه نقل البيانات بسرعة فائقة وبنوعية عالية مستمرة والمواصلات السلكية تمثل سوقًا نظامية للآليات البصرية. وبالرغم من أن تكلفة تركيب الألياف البصرية انخفضت، إلا أن تركيب شبكة وطنية لمنظومة الهاتف مازال يحتاج لإنفاق رأس مال كبير. وهذا وقد تم منذ الستينات تشييد شبكة هاتف طويلة في أوروبا واليابان والولايات المتحدة إلا أن استخداماتها كانت محدودة في المملكة المتحدة، واستخدمت أساسًا في الشبكات المحلية خاصة على مستوى الشركات.

والمجال الأكثر قربًا هو سوق منظومات البيانات الصناعية بتطبيقاتها المختلفة، مثل التحكم في العمليات الإنتاجية، وحاليًا يمكن أن ينتج عن الخلل في الإشارات

بسبب التداخل أخطاء في تتابع عمليات الإنتاج أو ربما في عمليات التشغيل على الآلات، الأمر الذي قد يسبب خسائر كبيرة، ولذلك فإن نوعية الإشارات واعتماديتها لها قيمة كبيرة.

وبالإضافة إلى الألياف الزجاجية، تستخدم الألياف البصرية مصبوبات لدائنية أو مركبة لتحمي القلب الخزفي ceramic core الهش. وجديلات الألياف الزجاجية تحاط بغلاف خزفي، وتحزم بعد ذلك في كابلات. وقد تُستخدم اللدائن المقواة بالزجاج لزيادة القوة والصلادة حتى يمكن إمساك الكابلات في أعمدة الكابلات وأبراجها. وهذه الإضافات تحقق ميزتين للألياف البصرية على النحاس هما: أن الزحف creep يكاد يكون منعدمًا، وخطر صواعق البرق يمتنع كلية.

14-3.2.3 الموصلات الفائقة superconductors

تقدم هذه المواد السمتين الرئيسيتين المرتبطتين الآتيتين:

- مقاومة صفر لتدفق التيار الكهربائي
- القدرة على طرد expel المجال المغناطيسي

وحتى قريبًا عرفت بعض المواد، عادة أساسها النحاس، بأنها تتمتع بهاتين الخاصيتين، ولكن في درجة حرارة منخفضة جدًا قريبة من الصفر المطلق. وحديثًا مكّنت إنجازات متقدمة رئيسية، أساسها الخزفيات مثل أكاسيد البزموت والتاليوم، من الارتفاع بدرجة حرارة التشغيل إلى 148°م، وهي أقرب بكثير لدرجات الحرارة التي يمكن عندها استغلال التطبيقات التجارية بفعالية من حيث التكلفة. ويبين الجدول (14-10) هذه التطبيقات للموصلات الفائقة عالية درجة الحرارة.

جدول (14-10)

سوق الموصلات الفائقة في 1986 وتوقعاتها لسنة 2005

الصناعة الموالية Down stream	1986 مليون دولار	نسبة الحصة 1986	2005 مليون دولار	نسبة الحصة 2005	مستوى النشاط في العالم
الإلكترونيات	40	13.6	400	22.2	عالي جدًا
الأجهزة والطب	200	67.8	780	43.3	عالي
الفضاء والدفاع	25	8.5	350	19.4	عالي لحد ما
الإنتاج	20	6.8	200	11.1	عالي
توليد الطاقة	5	1.7	50	2.8	منخفض جدًا
النقل	5	1.7	20	1.1	منخفض
المجموع	**295**	**100.0**	**1800**	**100.0**	

وهذه التطبيقات تشمل ما يأتي:

أ- نقل القدرة Power transmission

يمكن تحقيق وفرًا كبيرًا في الطاقة والمحافظة على مستويات أعلى للطاقة، الأمر الذي يمكن معه مد الموصلات لأطوال أكبر مما هو ممكن الآن، بحيث يمكن نقل الكهرباء الرخيصة من مصادر نائية.

ب- النقل

السيارات التي تطير مغناطيسيًا magnetically levitated، والتي يمكنها أن تسير بسرعة حتى 805 كم / ساعة لا تحتاج إلا لصيانة كهربائية على القضيب الذي يوفر المجال المغناطيسي في درجة حرارة منخفضة جدًا، ولا يكون هناك بلي ميكانيكي.

ج- الحسوب Computation

يمكن أن تدخل الموصلات الفائقة في المفاتيح الخاصة بالسرعة الفائقة، وبواسطتها يمكن تحقيق تحكمًا حساسًا في التغييرات في التيار باستخدام الليزر أو المجال المغناطيسي الأمر الذي يبسط حواسيب السرعة العالية جدًا.

د- الطب

يمكن أن تدخل الموصلات الفائقة في المجسات لقياس المجالات المغناطيسية الصغيرة جدًا، التي يمكن استعمالها مثلاً في تشخيص حالات اضطرابات المخ. وحاليًا توفر الاستخدامات الطبية السوق الرئيسي لمواد الموصلات الفائقة، إذ أن 80% من جميع الموصلات الفائقة تستخدم في معدات الكشف على الجسم. وكما هو الحال بالنسبة لجميع المواد المتطورة حديثًا، تعاني الموصلات الفائقة في حالتها الراهنة من عيوب متعددة أهمها التقصف (أي الضعف الميكانيكي)، وعدم ثبات التكوين الكيماوي، والصعوبات المصاحبة للتصنيع. إلا أنه من الواضح أن الاقتناع بفوائد الموصلات الفائقة ملموس، ويظهر ذلك في الاتجاهات الحالية في الإنفاق على البحث والتطوير 90 مليون جنيه إنجليزي في الولايات المتحدة (على ثلاث سنوات للأغراض الحربية)، 100 مليون جنيه إنجليزي في اليابان للسنوات الخمس القادمة، 27 مليون جنيه إنجليزي في المملكة المتحدة (على ثلاث سنوات).

14-3.3 أسواق معدات الفضاء Aerospace markets

غالبًا ما يكون للتطورات في المواد التي تدخل في صناعة الإلكترونيات تطبيقات في صناعة معدات الفضاء، والتركيز الرئيسي للبحث في صناعة معدات الفضاء هو تقليل الوزن وتحسين مستويات السلامة. وصناع معدات الطيران يعملون بصفة دائمة لتحسين نسبة الدفع / للوزن thrust to weight ratio، بتصميم محركات طائرات قادرة على تحمل قوى دفع أكبر. وبالتالي درجات حرارة أعلى، وطائرات أخف وبالتالي أكثر

اقتصادًا في استهلاك الوقود. وفي مجال التعرف على المواد التي تحقق هذه المتطلبات، لا تعتبر السعة الإنتاجية الكبيرة عاملاً رئيسيًا. وعلى ذلك فإن كثيرًا من الاهتمامات التي تحيط بالبنية التحتية لعملية الإنتاج ليست لها أهمية كبيرة في صناعة معدات الفضاء، والسلامة والاعتمادية هما الاعتباران الأساسيان، الأمر الذي يتطلب أن تكون المواد قوية ومتينة وليست هشة، وقادرة على المحافظة على هذه الخواص في ظروف العمل الفعلية.

والمواد الرئيسية المرشحة للاستخدام في صنع معدات الفضاء هي: سبائك الألمونيوم والصلب، وسبائك التيتانيوم، والمركبات (مركبات مترابطة ببوليمر ومركبات مترابط بمعدن والخزفيات، والخزفيات المقواة بالألياف) وغيرها، بما في ذلك سبائك النيكل الفائقة، وتظهر الاتجاهات العامة للاستبدال في المواد، أن المركبات تكسب أرضية على حساب المعادن باستثناء الاستخدام المتزايد لسبائك التيتانيوم في الطائرات المدنية.

14-3.3.1 سبائك الألمونيوم

ظلت سبائك الألمونيوم التي تتمتع بنسب قوة / وزن أعلى من الصلب، وبمتانة تفوق متانة المعادن المنافسة. المادة الحاكمة في إطارات هياكل الطائرات لحوالي 75 سنة. وسبائك التيتانيوم، وإن كان لها نسبة قوة / وزن أعلى وقدرة على تحمل درجات حرارة أعلى، إلا أنها أكثر تكلفة، وخاصة في إنتاج المطروقات أو الألواح بكميات كبيرة. وهذه المواد ينقصها لحد ما مقاومة الإجهاد والمتانة ومقاومة أنواع الصدأ المختلفة. وخاصة في ظروف الإجهاد.

وقد زاد استخدام اللدائن المقواة بالألياف بسبب قوتها وخفة وزنها وزيادة صلابتها ومقاومتها للصدأ ومتانتها. ومع مرور الوقت حلت تدريجيًا محل سبائك الألمونيوم في استخدامات فردية مثل أرضيات كبينة الطائرة والأشكال الانسيابية لجسم جناح الطائرة وأبواب المحرك. وحاليًا تجد هذه المركبات طريقها نحو استخدامات

رئيسية في هيكل الطائرة مثل إطارات الجسم body panels والأجنحة والدفة والأجسام بأكمالها وريش مروحة الهيلكوبتر وأعمدة الإدارة وسررها وحاويات معدات رادار الإنذار المبكر.

وكانت شركة بوينج في الولايات المتحدة تقدر أن المركبات ستشكل 25% من الوزن الكلي لطائراتها في 1995. وتوجد تقديرات أخرى إنها تصل من 30 إلى 40% في سنة 2000 للطائرات الحربية وحدها، إلا أن صناعة الألومنيوم تعمل على رد اعتبارها إذ تم تطوير سبيكة ألمونيوم وليثيوم (لو – لث) أخف 10% من سبائك الفضاء التقليدية التي لها نفس القوة، وهي أكثر صلابة، وتوفر في الوزن الكلي 15% كما يتم تطوير أنواع أقوى أو أكثر تحملاً للتلف وتمتاز بأن المصنِّعين يمكنهم أن يستمروا على تقنيات الإنتاج القائمة، وفي المستقبل يمكن أن يستعمل الألمونيوم أيضًا كمادة رابطة لمركب مقوى بالألياف، ويستخدم كقوائم struts وقطع تقوية stiffeners وإطارات للمعدات الهوائية airframes.

ويقال إن استعمال المواد الجديدة في محركات الطائرات، التي تشكل جزءًا رئيسيًا من معادلة وزن الطائرة، يدخل في مرحلة تطوره الثالثة، إذ حلت سبائك التيتانيوم وسبائك النيكل الفائقة محل الصلب الذي كان يشكل في الستينات حوالي 60% من محرك الطائرة. وهذه المعادن غير الحديدية تم اختيارها لخفة وزنها وزيادة نسبة القوة / وزن، وأيضًا بسبب قدرتها على العمل في درجات الحرارة المرتفعة التي تنتج عن قوة دافعة أعلى للمحركات. وسبائك النيكل الفائقة تعمل في درجة حرارة أقرب لدرجة حرارة انصهارها من أي مادة أخرى، وتستخدم في أجزاء المحرك الأكثر سخونة في درجات حرارة أعلى من 1000°م، وبعكس المعادن الأخرى التي تعمل في درجات حرارة عالية مثل التنجستين، يمكن حماية النيكل من الأكسدة والصدأ بواسطة الكروم والألمونيوم.

ويعمل مصممو محرك الطائرات باستمرار لزيادة نسب القدرة / وزن لتشغيل المحرك في درجات حرارة أعلى. ويطالبوا بمواد محسنة لتحقيق ذلك، ويقف التقصف وعدم الاعتمادية حجرًا عثرة أمام الخزفيات لاستخدامها بدون تقوية، لأن السلامة عامل هام، واللدائن الحرارية المقواة بالألياف لا توفر فرصة جيدة، لأن الحد الأعلى لدرجة الحرارة التي تحتملها حوالي 200°م ولذلك فإن مهندسي المواد يدرسون حاليًا بديلين هما:

- المعادن بتقويات خزفية metals with ceramic reinforcement
- المركبات المترابطة خزفيًا ceramic matrix composites

وبالنسبة للمعادن بتقويات خزفية يرى مصنعو محركات الطائرات مثل رولز رويس في المملكة المتحدة احتمالات هامة لاستخدام مركبات مترابطة بمعدن التيتانيوم هي قلب المحرك، مثل الكباسات، ومعها مركبات مترابطة بمعدن الألمونيوم تلعب دورًا صغيرًا جدًا. وتعمل شركة البترول البريطانية على استخدام مركبات مترابطة بمعدن التيتانيوم مقواة بخيوط أحادية من كربيد السليكون silicon carbide monofilaments في صنع ريش وأقراص حاويات التوربينات الغازية.

وتدخل مركبات تترابط فرديًا في المنافسة حيث يقدم كربيد السليكون ونيتريد السليكون أعظم الاحتمالات، والاستخدامات الأكثر احتمالاً لهذه المواد هي المحملات bearings وحلقات التغليف shroud rings، ومكونات غرف الاحتراق combustor components، إلا أن استخدامها في ريش blades يشكل هدفًا مازال بعيدًا بعض الشيء (على الأقل حتى منتصف التسعينات)، وهذه المواد أقوى من سبائك النيكل الفائقة في درجات الحرارة الأعلى من 1000°م، وأقل سهولة في الصدأ وأقل من نصف كثافتها وأرخص. ودرجتا انصهار كربيد ونيتريد السليكون اللتان تتراوحان بين 1400، 1700م، ويفيان بمتطلبات الصناعة في درجة حرارة أعلى، إلا أن العيب الرئيسي فيهما هو التقصف. وحتى الآن لم يصل مصممو محرك الطائرة إلى فهم واضح لسلوك الخزفيات

في ظروف التشغيل الصعبة جدًا التي تواجهها ريشة التوربينة. والمهندسون على علم بأن احتمال أن يكون بالخزفيات عيوب قليلة، إلا أنهم يحتاجون لبيانات أكثر دقة عن أحجام العيوب الحرجة critical flaw sizes. وعلى الرغم من هذه العيوب، تتوقع شركة رولز رويس، بأنه في سنة 2010م سيكون 40% من الوزن الكلي لمحرك الطائرة من المواد المركبة المترابطة بمعدن أو بمادة خزفية، وإنه سيترتب على ذلك صنع محرك حربي جديد بنسبة قوة دافعة / وزن 20 : 1 (مقارنة بنسبة 8 : 1 الآن)، استهلاكه من الوقود أقل بحوالي 25%، ويحقق وفرًا في تكلفة الصيانة وثمن الشراء. ويتوقع أن تؤثر المركبات على جهاز الهبوط landing dear تأثيرًا كبيرًا، لأن هذا الجهاز أيضًا يتطلب قوة وصلابة عاليتين مع وزن قليل، إلا أن معظم المواد المركبة مقواة بألياف طويلة (أو مستمرة) تتركز جميع خواصها الرئيسية بطول محور واحد، ولذلك فإنها غير ملائمة للحمل load المعقد متعدد الاتجاهات، الذي يتعرض له جهاز الهبوط. إلا أنه يوجد أمل في التغلب على هذا العيب، نتيجة لتطوير مركبات مترابطة بمعدن ومقواة بألياف قصيرة ودقائقية particulate، خواصها موزعة توزيعًا أكثر انتظامًا خلال المادة. وباستخدام كربيد السيليكون كألياف قصيرة دقائقية ينظر إلى التيتانيوم المقوى على أنه بديل للصلب الفائق من حيث المقاومة للشد.

ومن الأسواق المبشرة جدًا للمواد المركبة في صناعة الفضاء القطاع الفضائي الفرعي الأقل حساسية للسعر، فمثلاً قواعد إطلاق الأقمار الصناعية لها نسبة حمولة / وزن payload / to / weight ضعيفة جدًا حوالي 1%، بينما النسبة المستهدفة لهوتول Hotol (سفينة الفضاء للمملكة المتحدة) هي 3 إلى 3.5%، الأمر الذي يتطلب أن يكون الإطار airframe الهوائي مكونًا إما من ألياف كربون أو مركبات مترابطة بمعدن ومعها سبائك نيكل لتتحمل أسخن درجات الحرارة في زعنفة المركبة.

14-4 العواقب للشركات كل على حدة implication for individual companies

نظرًا لأن تكاليف البحث والاختبار والتوصيف والإعلان، وتطوير عملية إنتاجية جديدة، عالية جدًا، فإن الشركات المعنية بتطوير مواد جديدة تكون عادة كبيرة، وتقصر جهودها على مجال ضيق من تقنيات المواد؛ ولذلك فإن المنافسة كامنة وليست ظاهرة نظرًا لأن هذه الشركات تنشغل بأسواق منتجات كثيرة التنوع.

وعادة يتم تصنيع المواد الناتجة بواسطة مجموعتين من الشركات:

- الشركات الكبيرة التي تحولت نحو التقنية أو وجدت نفسها معنية بذلك نتيجة لما توفر لديها من خبرة.
- الشركات الصغيرة المتخصصة التي أسست على أساس حنكتها في مجال معين من النشاط.

وإنتاج هذه الأنواع من المواد يشكل بدون شك نشاط عالمي كبير الحجم.

والتغييرات في المنافسة تؤدي إلى أن تزول ببطء العلاقة التجارية التبادلية التقليدية المفيدة بين موردي المكونات المعدنية وبين عملائهم. وكثير من الشركات الهندسية الكبيرة أصبحت تقصر نشاطها على المعادن. وشركات اللدائن تبحث الآن عن استخدامات هندسية عليها طلب أكثر، وتتعرف عليها من دراسة أسواق الاستهلاك، وشركات الخزفيات قل اعتمادها على عملاء في مجال الهندسة الكهربائية، ويوجد الآن اهتمام كبير بالمواد المركبة إلا أن تكلفة البحث والتطوير تجعل التقنيات المتفوقة مقصورة على الشركات الأكبر. والمنافسة وخاصة المنافسة العالمية، تسبب تغييرًا في استخدام المواد في الصناعة الهندسية، إلا أنه ينبغي عدم المغالاة في حجم التغيير، لأنه يوجد قدر كبير من القصور الذاتي بسبب الاستثمار الضخم في هيكل الإنتاج الصناعي القائم.

وبالنسبة للمستقبل الخاص للشركات، مـن الواضـح أنـه مـن المحتمـل أن يكـون هنـاك

تأثير مباشر قليل ناشئ من هذه الاتجاهات الطويلة الأجل فيما يتعلق بالمواد. وحتى يمكن لشركات تشغيل المعادن (ورش الآلات والمقاولين من الباطن) أن تعد نفسها للتطورات المستقبلية. فإن عليها أن تدرس الاحتياجات المستقبلية بالنسبة لتصنيع وتشطيب وتجميع المواد غير المعدنية. وتدرس إمكان تنويع أنشطتها تبعًا لذلك. وكثير من شركات تشغيل اللدائن والمواد المركبة يستخدم وينتج سلعًا عن طريق صبها في قوالب ويستخدم في ذلك فنيات تشكيل خاصة جدًا وبقيمة مضافة للإنتاج منخفضة، إلا أن هذه الشركات ينبغي عليها أن تتجه نحو زيادة قدرتها لإنتاج السلع المتخصصة الأكثر تعقيدًا، التي يتوقع أن يزيد الطلب عليها من قبل القطاعات الهندسية المستخدمة النهائية. هذا وسيشكل الحصول على التمويل الرأسمالي صعوبة لجميع الشركات، وكذلك الحصول على الخبرات والمهارات الفنية المناسبة.

14-5 إعادة هيكلة الصناعة Industrial Restructuring

تعيد الصناعات في أوربا. مثلها في ذلك مثل الصناعات في اليابان وأمريكا الشمالية والمناطق المتقدمة الأخرى، هيكلة نفسها وتتحول إلى المنتجات عالية القيمة المضافة والمعقدة تقنيًا، لأنها أدركت أن المواد المتقدمة هي تقنيات حساسة ستؤثر على المنافسة الدولية في التسعينات، وأن هذه المواد ستدعو لتخريد الأصول الرأسمالية القائمة وإدخال تقنيات جديدة، وستوفر أساسًا لموجات طويلة من النشاط الاقتصادي. ويحتاج التحول التدريجي نحو المواد المتقدمة بالنسبة لعدد كبير من قطاعات وصناعات الاستخدام النهائي إلى بنية تحتية إنتاجية من مصنعي المواد وموردي المعدات ومنشآت التدريب، يتم خلقها تدريجيًا، ومثل هذه البنية توجد فعلاً في الصناعات الهندسية، فقد تكونت على مر الزمن شبكة واسعة من المصنِّعين والمجمِّعين الكبار والموردين للمكونات الصغار والمتوسطين والمصنِّعين للآلات، تنشط بصفة غالبة في مجال التوريدات والمعادن، ويوجد هيكل مماثل لصناعة تشغيل اللدائن إلا أنها أقل تكاملاً وأصغر حجمًا، وتقدر

بحوالي 5 إلى 10% من صناعة تشغيل المعادن. وصناعة الخزفيات أصغر بكثير، ونعني الخزفيات التقليدية المبنية على الطرق التي تستغرق أوقاتًا طويلة. والتقنيات والفنيات والمهارات التي تحتاجها عمليات المواد المتقدمة تختلف كلية عن تلك المستخدمة في الصناعات التقليدية لإنتاج وتشغيل المعادن، ولذلك فإن تطوير قدرات إنتاجية تحتية مكافئة، له أهمية لا تقل عن تطوير المواد الجديدة نفسها. وإلى أن يعم الاستخدام العملي لهذه الفنيات سيمثل النقص في البنية التحتية الإنتاجية المتطورة قيدًا على انطلاق المواد الجديدة ويوجد ثلاثة مجالات رئيسية يحتاج الأمر فيها إلى فنيات جديدة هي:

14-5.1 التشكيل Forming

توجد في صناعات المعادن عمليات متعددة للصب والطرق والكبس والصك stamping وفي صناعة تحضير اللدائن قولبة الحقن injection molding والبثق extrusion وقولبة النفخ blow molding.. الخ، والمعالجة الأحداث للمواد غير المعدنية ستحتاج إلى قدر مماثل في تطوير فنيات تؤسس على الخواص الكامنة للمواد نفسها وخصائص عملياتها.

14-5.2 القطع الأعلى machining

المعادن يمكن تفريزها وخراطتها وتجويفها وثقبها الخ. وتشطيبها بالتجليخ والسفح بالمكورات والتغطية الخ، وهذه العمليات تؤمن تحقيق حدود السماح الدقيقة المطلوبة وأشكال المنتجات وأدائها، والقطع الآلي لكثير من المواد غير المعدنية إما غير عملي أو مكلف كثيرًا.

14-5.3 التجميع التشكيلي Fabrication

تقليديًا كان الاهتمام الأوحد للمهندس أن يضم معدن لمعدن بالمثبتات أو اللحام بالقصدير soldering أو اللحام بالنحاس. ويحتاج زيادة استعمال المواد غير المعدنية إلى حلول جديدة تخلق مجالاً حيويًا للتوسع في استخدام هذه المواد في ظروف عمل مختلفة.

وبالنسبة للمهارات كانت البنية الأساسية التدريبية عالميًا تتجه تقليديًا نحو المعادن ولم يقتصر هذا التوجه على المهارات الخاصة بالعمليات الصناعية بل لتكوين قاعدة معارف قوية للمعادن وليس للمواد الأخرى، وهذه المحاباة الكامنة في البنية التحتية التدريبية تتجسم بصفة خاصة في مستويات الحرف والفنيين وأفراد التشغيل. فمثلاً دورات الحرف والفنيين الهندسية في المملكة المتحدة تكاد تقتصر على المعادن، والدورات التي تتم بالنسبة لهندسة اللدائن مثلاً تخدم نسبة صغيرة من الأفراد في الصناعة الهندسية، والمشكلة أشد بالنسبة للخزفيات حيث يتعذر على الشركات أن تحصل على صناع عدة مهرة وتلجأ لأن تعين أفراد تشغيل معادن وتدربهم على تشغيل الخزفيات بأسلوب التدريب على موقع العمل on the job.

وبالنسبة لمستوى الخريجين فإن نقص المهارة لا يكاد يشكل مشكلة أو إعاقة بالنسبة لتطوير المواد الجديدة لأن إعداد الأفراد المهنيين أقل بكثير من الحرفيين والفنيين والمشغلين، ولأن الشركات تتجه لتعيين خريجين لديهم خلفية علمية وتدربهم داخليًا للحصول على الاحتياجات الهندسية الخاصة بها. ويوجد حاليًا دورات تعليم أعلى لتقنيات المواد الجديدة في مؤسسات تعليمية كثيرة منتشرة في العالم، واحتياجاتها من الخريجين للبحث والتطوير وأعمال التصميم من دورات العلوم وأكثر من دورات الهندسة تعكس التركيز الأقل على التخصصات الهندسية.

14-6 العواقب للبلدان النامية

للتطورات الصناعية التي سبق ذكرها عواقب كبيرة بالنسبة لاستراتيجيات تصنيع وتطوير البلدان النامية المنتجة للسلع الأولية. ولم يتم بعد تفهم أهميتها بالنسبة لتوطين الصناعة وأنماط الاستخدام وسياسات التجارة. ويحتاج الأمر للمزيد من البحوث في مجال المواد المتقدمة ومدى مساهمتها في نظرية وسياسة التصنيع والتطوير في المستقبل الأمر الذي ينطوي على بحث أساسي وتطويري وتصنيع أولي وثانوي وتجميع المكونات أو التركيبات نهائية. ويشيع الاعتقاد بأن هذا النوع من التوجه التقني نحو التحول

والتقدم في جميع فروع الصناعة سيؤمن المستقبل على المستوى البعيد لكل من الصناعات التحويلية المتقدمة والنامية أمام المنافسة الشديدة في الأسواق العالمية.

14-7 نظرة إلى الصناعة في المستقبل القريب والمتوسط

إن هذا الاستعراض قد وصف الاتجاهات الخاصة بالمواد المتقدمة، وقدم توقعات للأسواق والاستخدامات المختلفة. وبين أن قطاعات الاستخدام النهائي المختلفة تتطلب أنواعًا مختلفة من المواد الجديدة. وأن معدل دخول المواد الجديدة في الإنتاج يعتمد على عدد من العوامل الاقتصادية تشمل التكلفة واعتبارات النوعية وطبيعة المنافسة في قطاعات العملاء. كما أن هذا المعدل يتشكل بواسطة أنشطة البحث والتطوير للشركات منفردة وبموقع هذه الشركات في سلسلة الإنتاج والتسويق، ثم تحليل العلاقات المركبة بين الاعتبارات الفنية المتعلقة بالمواد وتطوير عملياتها وبين اقتصاديات التصنيع، وذلك باستخدام أمثلة ودراسة حالات عديدة.

وتفهم العواقب الناجمة عن التكاليف الكبيرة لأعمال البحث والتطوير المتعلقة بكل من المواد وتقنيات العمليات المصاحبة لها يشكل أهم العوامل للمستقبل، ويحول سبل المواد الجديدة لأن تطبق في استخدامات جديدة في البداية في الأسواق الأقل حساسية للسعر مثل فرع سيارات الركوب الغالية في سوق السيارات، أو فرع الفضاء والدفاع ففي صناعة الطائرات. وبعد أن تنضبط وتتقدم التقنيات المعنية لتصبح فعّالة من حيث التكاليف والمناسبة لإنتاج الحجم الكبير تنتشر هذه الاستخدامات أولاً إلى قطاعات عملاء أكثر حساسية للسعر، وثانيًا إلى الشركات الأكبر وغالبًا المتحدة وهي في الأساس التي تقوم بأعمال البحث والتطوير.

وأخيراً تتوفر فرص النجاح للمواد الجديدة التي تتمتع بمساندة شركات الاستخدام النهائي بقدر أكبر من تلك التي لا تتمتع بهذه المساندة. وعندما يلتحق العملاء في بحث تعاوني مع موردي المواد، أو عندما يقحمون مواردهم للبحث والتطوير المتعلق بمادة معينة يكون لهم مصلحة ثابتة في الاستخدام اللاحق لهذه المادة.

المراجع

أولاً: باللغة العربية

1- دليل التقييم والمفاضلة بين المشروعات الصناعية للدول العربية.
منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية والمنظمة العربية للتنمية الصناعية.

2- المنشأة الصناعية والعوامل المؤثرة فيها.
منظمة العمل الدولية جنيف.
ترجمة مركز التنمية الصناعية للدول العربية.

3- تعزيز المؤسسات الصغيرة والمتوسطة
مؤتمر العمل الدولي: الدورة 72 و 86.
مكتب العمل الدولي - جنيف.

4- دور المشروعات العامة في التنمية الاقتصادية
د. على خليفة الكوافي
عالم المعرفة - الكويت

5- التخطيط للتقدم الاقتصادي والاجتماعي.
د. مجيد مسعود.
دار الشباب للنشر والترجمة والتوزيع.

6- البحوث الصناعية
منظمة التنمية الصناعية للأمم المتحدة.
ترجمة مركز البحوث الصناعية للدول العربية

ثانياً: باللغة الإنـجليزية

1- Principles of Management.
2- Corporation Finance.
3- Production Specialist.
4- Production Decisions and Controls.
5- Cost control.
6- Guide to Practical Project Appraisal
United Nations Publication

(1–6: Modern business Series
Alexander
Hamilton Institute
New York)

7- Managing relations between government and public enterprises.
International labor office Geneva.

8- Improving Public enterprise performance International Labor Office.

9- Technology Trends Theory No8.
Integrated manufacturing union.

10- Quality Control Handbook.
McGraw-Hill Book Company.

11- Top Management Handbook.
Maynard

12- Principles of operations Research with Applications to Management Decisions Prentice/ Hall International, Inc.

13- CAD / CAM
Prentice – Mall International Editions

14- CAD / CAM
Methods and Tools Springer - Veriag

15- Organisation and Mangement A System Approach

16- Management Information Systems
Me Graw – Hill International Editions

17- Principles of Operations Research with Applications to Managerial Desicions
Prentice Hall International Eididtions

المحتويات

الموضوع	الصفحة
تقديم المؤلف	7
تقديم الأستاذ الدكتور المهندس/ عزيز صدقي	8
تقديم الأخ الدكتور المهندس /مفتاح علي عز وزه	10
تقديم الأخ الدكتور/ أبو القاسم مسعود الشيخ	12
مقدمة المؤلف	13
الفصل الأول: التخطيط للتصنيع	**21**
1-1 الصناعة والتنمية	21
1-1.1 تعريف التخطيط للتنمية	21
1-1.2 تعريف التخطيط الصناعي	21
1-1.3 متى يصبح البلد صناعياً؟	22
1-2 الخطة الصناعية	22
1-2.1 ضرورة الاهتمام منذ البداية بتنفيذ الخطة	22
1-2.2 توقيتات الخطط الصناعية	23
1-2.3 عمليات التخطيط الصناعية الأساسية	24
1-2.4 هيكل ومحتوى الخطط الصناعية	24
1-2.5 تسلسل التخطيط	27
1-2.6 متابعة تنفيذ خطة الصناعة	27
1-3 بعض الاعتبارات التخطيطية المتعلقة بسياسة التصنيع	28

1-3.1 سياسة التصنيع ---------- 28
1-3.2 أهمية الترابط أو العلاقات المتبادلة بين مختلف الصناعات ---------- 29
1-3.3 أولوية الصناعات التي يتحقق لها التوافر النسبي لعوامل الإنتاج ---------- 33
1-3.4 حجم السـوق ---------- 33
1-3.5 اختيار التقنية الصناعية المناسبة ---------- 34
1-3.6 تكامل التخطيط للتقنية مع التخطيط الصناعي ---------- 34
1-4 التخطيط للمشروعات الصناعية ---------- 35
1-4.1 التخطيط للمشروعات الصناعية الثقيلة ---------- 35
1-4.2 التخطيط للمشروعات الصناعية الخفيفة ---------- 36
1-4.3 إنشاء مباني مجمعة للصناعات الخفيفة ---------- 37
1-5 منظومة المعلومات للتخطيط الصناعي ---------- 37
1-6 مراحل تحضير الخطط الصناعية ---------- 39
1-6.1 تحليل الإنتاج الصناعي ---------- 39
1-6.2 تحليل إنتاج السلع الإنتاجية (وسائل الإنتاج والسلع الوسيطة) ---------- 40
1-6.3 تحليل إنتاج السلع الاستهلاكية ---------- 40
1-6.4 تحليل القوى المنتجة لقطاع الصناعة ---------- 41
1-6.5 تخطيط معدل نمو قطاع الصناعة ---------- 42
1-7 التخطيط لفروع الصناعة ---------- 43
1-7.1 تحليل الموقف الحالي لفروع الصناعة ---------- 43
1-7.2 تركيز الإنتاج ---------- 43
1-7.3 التخـصـص ---------- 44
1-7.4 تشكيلة المنتجات ---------- 44
1-7.5 التكامل ---------- 45

1-7.6	التنبؤ بحجم الطلب	45
1-8	إعداد المشروعات الجديدة وتضمينها في الخطة الصناعية	46
1-8.1	الإجراءات التكرارية للتخطيط الصناعي ودور إعداد المشروع	46
1-8.2	التقييم المالي للمشروعات الصناعية	47
1-8.3	التقييم الاقتصادي للمشروعات الصناعية	48
الفصل الثاني: المنشأة الصناعية والعوامل المؤثرة فيها		**49**
2-1	مقدمـة	49
2-2	تصنيف المنشآت الصناعية	50
2-2.1	التصنيف على أساس القطاع أو الفرع الصناعي	50
2-2.2	التمييز حسب أنواع الأعمال	50
2-2.3	أنواع الأعمال في قطاع الصناعات الهندسية	56
2-2.3.1	المراحل الأربعة لتنمية الصناعات الهندسية	57
2-2.3.2	تصنيف المنشآت داخل قطاع الصناعات الهندسية	63
2-2.3.3	تصنيف أعمال المنشآت التي تصنع القطع بالنسبة لبيع منتجاتها بالتجزئة	64
2-3	الصفات المميزة للمنشأة وتأثيراتها	65
2-4	تطوير الإنتاج الصناعي	66
2-4.1	عوامل تطور الإنتاج	66
2-4.2	دور المعلومات في التطوير	67
2-4.3	تطوير تقنية الإنتاج	69
2-5	المراحل التاريخية الأساسية لمنظومات الإنتاج الصناعي الحديث	71
2-5.1	المراحل التقنية الأولى: القوة الميكانيكية المسيرة بالطاقة	71
2-5.2	المرحلة التقنية الثانية: الإنتاج الكبير والإدارة العلمية	72
2-5.2.1	تطبيق طرق وأساليب وفنيات الإدارة العلمية	74

2-5.3 المرحلة التقنية الثالثة: الميكنة والتحكم والإنتاج الكبير المستمر ---------- 74
2-5.3.1 دور ومكانة التنميط في المراحل المختلفة السابقة ------------------------- 75
2-5.3.2 تقنية الإنتاج النمطي --- 76
2-5.4 المرحلة التقنية الرابعة: التصنيع المتكامل ---------------------------------- 77
2-6 الطرق الأساسية للإنتاج الصناعي --- 78
2-6.1 طريقة الإنتاج بالطلب --- 78
2-6.2 طريقة الإنتاج في دفعات أو إنتاج الكمية --------------------------------- 79
2-6.3 طريقة الإنتاج بالمعالجة المستمرة -- 80
2-7 التخطيط لعملية الإنتاج والتحكم فيها وتحسينها ------------------------- 80
2-7.1 مقدمـة --- 80
2-7.2 أسلوب الإنتاج بالمعالجة المستمرة -- 81
2-7.2.1 التخطيط والتحكم للإنتاج بالمعالجة المستمرة --------------------------- 81
2-7.2.2 تحسين الإنتاج بالمعالجة المستمرة -- 84
2-7.3 أسلوب الإنتاج في دفعات --- 84
2-7.3.1 التخطيط والتحكم للإنتاج في دفعات ----------------------------------- 84
2-7.3.2 تحسين أسلوب الإنتاج في دفعات ------------------------------------- 87
2-7.4 التصنيع بكميات صغيرة --- 87
2-7.4.1 التغييرات والتحسينات في الإنتاج بكميات صغيرة ---------------------- 90
2-7.5 تخطيط العملية الإنتاجية بمساعدة الحسوب ----------------------------- 90
2-7.6 أمثلة لأساليب الإنتاج لبعض الصناعات -------------------------------- 91
ملحق (2-1) فروع الصناعة --- 92
ملحق (2-2): الصفات المميزة للمنشأة والتأثيرات الناتجة عنها ------------- 99
ملحق (2-3): أمثلة لمحاولات تمت لتطوير التقنية في بعض الصناعات --------- 114

	الفصل الثالث: التصنيع المتكامل	**135**
3-1	مقدمــة	135
3-1.1	تقنية الإنتاج المرن	135
3-1.2	ما هو التصنيع المتكامل بالحسوب؟	136
3-1.3	نظرة للمستقبل	137
3-2	البيئة التنافسية	138
3-2.1	البلدان النامية	138
3-2.2	البلدان الصناعية المتقدمة	140
3-3	المحيـط التقني	142
3-3.1	مقدمـة	142
3-3.2	الخيارات التقنية	143
3-3.2.1	التصميم والتحضير للإنتاج	144
3-3.2.2	الإنتاج	144
3-3.2.3	التنسـيق	145
3-3.3	النمط خلال فروع قطاع الصناعة	149
3-4	مكونات آلية التصنيع	151
3-4.1	مقدمـة	151
3-4.2	المكونات التقنية الفردية	153
3-4.2.1	التصميم بالحسوب	153
3-4.2.2	الإنسان الصناعي	154
3-4.2.3	عملية إدارة الإنتاج بالحسوب	155
3-4.2.4	منظومة مناولة المواد المتقدمة	161
3-4.2.5	منظومة إيداع في المخازن آلية	161

3-4.2.6 منظومة التصنيع المرن ---------- 162
3-4.2.7 معدات الاختبار الآلية ---------- 163
3-4.2.8 شبكا آلية المص ---------- 164
3-4.2.9 منظومات خبيرة ---------- 164
3-5 موانع انتشار تقنيات الآلية المتكاملة ---------- 165
3-5.1 تكاليف الاستثمار وتبريرها ---------- 165
3-5.2 المشكلات التقنية ---------- 166
3-5.3 نقص المهارات والموارد لدى المنشآت ---------- 167
3-5.4 العوامل التنظيمية ---------- 169
3-5.4.1 التكامل الوظيفي ---------- 169
3-5.4.2 التكامل الرأسي ---------- 169
3-5.4.3 تنظيم العمل ---------- 170
3-5.4.4 التكامل الاستراتيجي ---------- 170
3-5.4.5 التكامل الثقافي ---------- 171
3-5.4.6 الروابط داخل المنشأة ---------- 171
3-6 التحديثات التنظيمية ---------- 172
3-6.1 مقدمة ---------- 172
3-6.2 المداخل الرئيسية ---------- 172
3-6.2.1 في الوقت بالضبط ---------- 172
3-6.2.2 تحكم نوعية كلي أو تصنيع عيوب صفر ---------- 177
3-6.2.3 تقنية المجموعة ---------- 178
3-6.2.4 مداخل أخرى للتحديثات التنظيمية ---------- 179
3-6.3 فوائد التحديث التنظيمي ---------- 180

3-6.3.1 مقدمة ---------- 180
3-6.3.2 أمثلة ---------- 181
3-6.4 التغيير المتكامل التنظيمي والتقني ---------- 184
3-6.5 الانضمام تدريجياً نحو التصنيع المتكامل بالحسوب ---------- 185
3-7 استراتيجيات التصنيع المتكامل بالحسوب ---------- 188
3-7.1 التحويل تدريجياً للتصنيع المتكامل بالحسوب مقابل التحول في خطوة واحدة 188
3-7.2 إستراتيجية عامة للتصنيع المتكامل بالحسوب ---------- 190
3-7.3 الصعوبات بالنسبة للبلدان النامية ---------- 191
3-8 أمثلة لفرص تحسين تتراوح من تغييرات تنظيمية إلى مستويات مختلفة للآلية 196
3-9 عواقب سياسة تقنية التصنيع المتكامل ---------- 198
3-9.1 على مستوى المنشأة ---------- 198
3-9.2 على مستوى الدولة ---------- 199

الفصل الرابع: الطاقة الإنتاجية ---------- 201

4-1 مقدمة ---------- 201
4-2 تعريف بالطاقة (أو السعة) الإنتاجية ---------- 202
4-3 معامل استعمال أو الانتفاع من الطاقة الإنتاجية ---------- 202
4-4 الخطة الإنتاجية ---------- 202
4-5 الطاقة التصميمية ---------- 203
4-6 الطاقة التعاقدية ---------- 204
4-6.1 السعة الإنتاجية للآلة والطاقة الإنتاجية الآلة ---------- 205
4-7 إنتاجية العمل ---------- 205
4-8 أسس الانتفاع الكامل من الطاقة الإنتاجية ---------- 206
4-8.1 الطاقة الإنتاجية المتاحة ---------- 206

4-8.1.1 تحديد مقدار الطاقة الإنتاجية المتاحة -- 206

4-8.1.2 الحلقات الرئيسية في سلسلة الإنتاج -- 207

4-8.1.3 تحديد عناصر حساب مقدار الطاقة الإنتاجية ------------------------------ 208

4-8.2 العوامل المؤثرة على الطاقة الإنتاجية وعلى درجة استخدامها والانتفاع منها 210

4-8.2.1 المنتـَج -- 210

4-8.2.2 الآلات والمعدات والتكنولوجيا الحديثة ------------------------------------ 211

4-8.2.3 المواد والخامات المستعملة -- 211

4-8.2.4 نظام العمل والفقد في زمن العمل -- 212

4-8.2.5 تنظيم العمل -- 213

4-8.2.6 تدريب وتأهيل الأفراد -- 214

4-8.2.7 هيئة إدارة المنشأة -- 215

4-8.3 الاحتياطيات الإنتاجية -- 215

4-9 الخلاصة --- 217

الفصل الخامس: فنيات اتخاذ القرار -- 219

5-1 مقدمة -- 219

5-2 التفكير في المسببات والإنتاج -- 219

5-3 التخطيط على أساس التفكير في المسببات ----------------------------------- 220

5-3.1 طريقة بـرث --- 220

5-3.1.1 ضروريات طريقة برث/ تكلفة --- 221

5-3.1.2 شبكة الأنشطة والأحداث -- 222

5-3.1.3 شبكة التكاليف -- 225

5-3.1.4 تقديم التقارير بالنتائج -- 225

5-3.2 علم عمليات إدارة المواد -- 226

5-3.2.1	استخدام علم عملية إدارة المواد	228
5-3.2.2	أهمية تكلفة المواد بالنسبة لنجاح أو فشل المنتج	228
5-3.2.3	الاعتبارات الأساسية لنجاح عملية إدارة المواد	230
5-3.3	منظومة التفكير التصوري لتحديد وحل المشاكل	230
5-4	التحليل التخطيطي	232
5-5	عدم التأكد في الإنتاج	233
5-6	عملية الإدارة واتخاذ القرار	235
5-6.1	عملية الإدارة واتخاذ القرار التنظيمي	235
5-6.1.1	اتخاذ القرار: محور عملية الإدارة	235
5-6.1.2	تصنيف القرارات	236
5-6.1.3	المشاكل الرئيسية في اتخاذ القرار	240
5-6.2	تحليل عملية اتخاذ القرار وخاصة بالنسبة للقرارات الإستراتيجية والتخطيطية	244
5-6.2.1	مخططات منطقية وقابلة للتشغيل	244
5-6.2.2	التصنيفات والخصم	246
5-6.2.3	إطار لتنظيم وإدارة منظومة اتخاذ قرار متكاملة	247
5-6.3	العمليات التشغيلية اليومية ودور هيئة الإدارة	256
5-6.3.1	النماذج المعيارية ونماذج التصرف	256
5-6.3.2	حدود وسقطات سلوك إدارة الأعمال	259
5-6.3.3	كفاءة الهندسة وإدارة الأعمال	260
5-6.3.4	التعقيد التنظيمي	261
5-6.3.5	القواعد المعيارية للسلوك اليومي لإدارة الأعمال	261

الفصل السادس: الإدارة العلمية وحل المشاكل ---------- **263**
6-1 مقدمة ---------- 263
6-2 الإدارة العلمية - بحوث العمليات ---------- 264
6-2.1 التغذية العكسية للمعلومات والتحكم ---------- 264
6-2.2 عملية اتخاذ القرار ---------- 266
6-2.3 مدخل النموذج التجريبي ---------- 266
6-2.4 الحسوب والنماذج الرياضية ---------- 267
6-2.5 الحركيات الصناعية ---------- 268
6-2.6 المعرفة والمهارات لبحوث العمليات ---------- 268
6-2.7 تطبيق بحوث العمليات ---------- 269
6-2.8 تكرار القرارات ---------- 271
6-3 أمثلة لتطبيق بحوث العمليات ---------- 271
6-4 منظومة البيانات والمعلومات باعتبارها أداة للإدارة الحديثة ---------- 274
6-4.1 علاقة الإدارة بكل من المعرفة والمعلومات والبيانات ---------- 274
6-4.2 عناصر ومكونات منظومة المعلومات والبيانات ---------- 275
6-4.3 دور الحسوب في منظومة المعلومات ---------- 276
6-4.4 خطوات تصميم منظومة المعلومات والبيانات ---------- 277
6-5 فنيات بحوث العمليات ---------- 278
6-5.1 الاحتمالات واتخاذ القرارات ---------- 278
6-5.2 الإحلال ---------- 280
6-5.2.1 موضوع استبدال المعدات ---------- 280
6-5.2.2 استبدال المعدات التي تقل كفاءتها مع الوقت ---------- 281
6-5.2.3 استبدال الوحدات التي تتلف وينبغي تغييرها ---------- 282

6-5.3	التتابع	282
6-5.4	أهمية المخزون	283
6-5.5	المحاكاة	286
6-5.6	خطوط الانتظار	286
6-5.6.1	استخدام طرق مونت كارلو في خطوط الانتظار	289
6-5.7	البرمجة الخطية	290
6-5.7.1	تعريف البرمجة الخطية	290
6-5.7.2	المدخل البياني	290
6-5.7.3	طريقة التبسيط	290
6-5.7.4	تطبيق البرمجة الخطية	291
6-5.7.5	المشاكل التي يراد جعل دالة الهدف فيها أقل ما يمكن وكذلك أنواع متعددة من القيود	292
6-5.7.6	المشكلة الثنائية	292
6-5.8	البرمجة الديناميكية	292
6-5.9	موازنة الخطوط	293
6-5.10	تحليل المسار الحرج	295
6-5.11	أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (برت)	299
الفصل السابع:	**تكامل منظومتي عمليتي الإدارة والرقابة**	**303**
7-1	منظومة الإنتاج المتكاملة	303
7-2	مدخل المنظومات	304
7-3	المنظومات الداخلية	304
7-4	المنظومات الأكثر اتساعاً	305
7-5	فكرة منظومة الإنتاج	306

7-6 التكامل للرقابة أو التحكم ---------- 308

7-7 التكامل لتغيير في التصميم ---------- 310

7-8 العلاقات البينية ---------- 312

7-9 التكامل الديناميكي ---------- 313

7-10 المنظومة البشرية ---------- 313

7-11 منتج .. فريق.. منظومة ---------- 314

7-12 منظومة أكثر ذكاء ---------- 314

7-13 وسائل التكامل ---------- 314

7-14 إدخال الحسوب في منظومة الإنتاج ---------- 316

7-15 الحسوب وهيئة الإدارة المتوسطة ---------- 320

7-16 اختيار مديري المستقبل ---------- 320

الفصل الثامن: منظومة ترشيد التكاليف والنوعية والاعتمادية ---------- 323

8-1 مقدمـة ---------- 323

8-2 أفكار خفض التكلفة قد تأتي من أي إدارة ---------- 324

8-3 إجراءات للتوصل لتكلفة مخفضة ---------- 324

8-3.1 وفورات التصميم ---------- 325

8-3.2 الشغلة وطرق العمل ---------- 326

8-3.3 دراسة الوقت والحركة ---------- 326

8-3.4 اختيار المواد ---------- 327

8-3.5 الكميات الاقتصادية ---------- 328

8-3.6 اقتصاد تصنيع أو شراء الأجزاء ---------- 328

8-3.7 كيف نستخدم الحوافز ---------- 328

8-3.8 النوعية والاعتمادية ---------- 329

8-3.8.1 تعريف الاعتمادية ---------- 330
8-3.8.2 تعريف النوعية ---------- 331
8-3.8.3 اقتصاديات الاعتمادية والنوعية ---------- 331
8-3.8.4 توصيف الاعتمادية المرضية ---------- 333
8-3.8.5 التوصيف للنوعية ---------- 333
8-3.8.6 التنظيم للتحكم في النوعية والاعتمادية ---------- 334
8-4 إعداد عملية التفتيش ---------- 338
8-5 تحديد النوعية والتحكم فيها ---------- 338
8-6 تطوير عملية التفتيش ---------- 340
8-7 توفير السلامة في المنتج ---------- 342
8-8 التحكم في النوعية في بعض الصناعات ---------- 343
8-8.1 الصناعات المعالجة ---------- 343
8-8.1.1 مقدمـة ---------- 343
8-8.1.2 طبيعة المعالجات ---------- 344
8-8.2 الصناعات الكيماوية ---------- 346
8-8.2.1 تحكم في نوعية المنتج ---------- 346
8-8.3 صناعة المعادن ---------- 347
8-8.3.1 عـام ---------- 347
8-8.3.2 طرق تأمين النوعية ---------- 348
8-8.3.2.1 وسائل التحكم في المواد الخام ---------- 348
8-8.3.2.2 وسائل التحكم في العملية ---------- 349
8-8.3.2.3 وسائل تحكم المنتج ---------- 350
8-8.4 صناعة المكونات الإلكترونية ---------- 352

8-8.4.1 عـام ---------- 352
8-8.4.2 عملية إدارة النوعية في صناعات المكونات الإلكترونية ---------- 353
8-8.5 الصناعات التجميعية ---------- 354
8-8.5.1 عملية التجميع ---------- 354
8-8.5.2 عملية إدارة النوعية في الصناعات التجميعية ---------- 354
8-8.5.3 الإنتاج ---------- 355
8-8.6 الصناعات بالطلب ---------- 357
8-8.6.1 ما هي الصناعة بالطلب؟ ---------- 357
8-8.6.2 تأثير التقدم في تقنية تشغيل المعادن ---------- 359
8-8.6.3 تحسين النوعية ---------- 360
8-8.6.4 تخطيط المصنع بالطلب ---------- 361
8-8.7 صناعات الخدمة ---------- 362
8-8.7.1 ما هي الخدمة ---------- 362
8-8.7.2 صناعة الخدمة ---------- 362
8-8.8 الصناعات المعقدة ---------- 364
8-8.8.1 عام ---------- 364
8-8.8.2 أهمية النوعية بالنسبة لمنشآت المنتجات المعقدة ---------- 365
8-8.8.2.1 التعاريف ---------- 365
8-8.8.2.2 المتطلبات العامة ---------- 367
8-8.8.2.3 المهام الحرجة ---------- 368

الفصل التاسع: البيئة الدولية والتحكم في النوعية وتأمينها(أيزو 9000) ------ 373

9-1 مقدمـة ---------- 373
9-2 النوعية عبر الحدود ISO/TC 176 وسلسلة ISO 9000 لقياسيات تأمين النوعية 375

9-2.1 نشرة نوعية 9000 ---------- 375

9-2.2 سلسلة أيزو النوعية 9000 ---------- 377

9-2.2.1 أيزو 9000 قياسات عملية إدارة النوعية وتأمين النوعية، إرشادات الاختبار والاستخدام ---------- 377

9-2.2.2 أيزو 9000 عنصر منظومة عملية إدارة نوعية وتأمين نوعية - الإرشادات 377

9-2.3 نماذج أيزو الثلاثة لتأمين النوعية ---------- 377

9-2.3.1 النموذج واحد ---------- 378

9-2.3.2 النموذج اثنين ---------- 378

9-2.3.3 النموذج ثلاثـة ---------- 379

9-3 تقييم طرف ثالث لمنظومات النوعية ---------- 380

9-4 نواحي أخرى لتقييم المطابقة - شهادة المنتج - تصديق المعمل - إعلان مصنّع ---------- 381

9-5 القياسيات كأساس لجميع برامج النوعية ---------- 383

9-6 توحيد المواصفات الأوروبية ---------- 383

9-6.1 العمل على توافق النظم والقياسيات في المجموعة الأوروبية ---------- 384

9-7 القياسيات المتوافقة ---------- 385

9-8 تطويرات استحدثت ---------- 386

9-8.1 المسئولية عن المنتج ---------- 386

9-8.2 الاختبار، الشهادة التصديق ---------- 387

9-8.2.1 سلسلة EN 45000 ---------- 389

9-8.2.2 شبكة أكنت الأوروبية لمنظومة النوعية للتقييم وإعطاء الشهادة ---------- 389

9-8.2.3 سجل لويدز تأمين نوعية - شهادة موافقة ---------- 390

ملحق (9-1): مستخرجات من وثيقة أيزو 8402 (ISO 8402) ---------- **391**

ملحق (9-2): المواصفات القياسية الدولية - الأيزو
(الخطوط الإرشادية للاختيار والاستعمال) ------------------------------- **437**
ملحق (9-3): المواصفات الدولية نظم الجودة - نموذج لتأكيد الجودة في
التصميم، التطوير، الإنتاج ، التركيب والخدمة المواصفة رقم 9001 ----- **453**
ملحق (9-4): أدلة أيزو / ل د ك -- **469**

الفصل العاشر: تنفيذ بحوث العمليـات --- **473**

10-1 مقدمة -- 473
10-2 كيف توضع بحوث العمليات للاستخدام في عملية الإدارة ------------- 473
10-2.1 ما هي الفوائد التي ينبغي أن يتوقعها المدير؟ ------------------------------ 474
10-2.2 ما هي المحددات التي ينبغي على المدير أن يدركها؟ ---------------------- 475
10-2.3 متى يبدأ المدير مشروع بحوث عمليات ----------------------------------- 476
10-2.4 كيف يمكن للمديرين أن يحصلوا على مقابل لما دفعوا فيه ثمنًا؟ --------- 478
10-3 كيف يجري بنجاح مشروع بحوث عمليات ------------------------------ 479
10-3.1 توجيه هيئة الإدارة ومساهمتها -- 479
10-3.2 تخطيط المشروع والرقابة عليه -- 480
10-3.3 المصداقية --- 481
10-3.4 التنفيذ المستجيب والمسئول -- 484
10-3.5 تصميم المنظومات --- 485
10-4 كيف توجه وتشرف على موظفي بحوث العمليات ---------------------- 486
10-4.1 الموقع والحجم -- 486
10-4.2 مسئوليات الشركة --- 487
10-4.3 التعاون مع مستخدمي البحوث -- 487

الفصل الحادي عشر: ممارسة هندسة القيمة في الصناعة ---------------- **489**
11-1 تعريف هندسة القيمة ---------------- 489
11-2 خلفية هندسة القيمة ---------------- 489
11-3 معنى تحليل القيمة ---------------- 490
11-4 المؤهلات الضرورية لعمل هندسة القيمة ---------------- 490
11-5 ملفات تحليل القيمة ---------------- 492
11-6 المحاسبة وتحليل القيمة ---------------- 493
11-7 تطبيق تحليل القيمة ---------------- 495
11-8 مثال لآراء تحليل قيمة نموذجي ---------------- 495
11-9 تحليل القيمة والمشتريات ---------------- 497
11-10 تعليم تحليل القيمة للآخرين ---------------- 498
11-11 خاتمة ---------------- 498

الفصل الثاني عشر: الهندسة المتزامنة ---------------- **501**
12-1 الهندسة المتزامنة لتعمل تتطلب مدخلاً من كل فرد ---------------- 501
12-1.1 الخبراء المتكاملون ---------------- 503
12-1.2 العمل معًا مطلوب ---------------- 504
12-1.3 التأثيرات الخارجية ---------------- 505
12-2 الهندسة المتزامنة: تعريف المصطلحات والفنيات ---------------- 506
12-2.1 نشر وظيفة النوعية (ن و ن) ---------------- 507
12-2.2 التصميم للتصنيع والتجميع ---------------- 507
12-2.3 التصميم القوي ---------------- 508
12-2.4 وظيفة فقد النوعية ---------------- 508
12-2.5 نسبة الإشارة إلى الضوضاء ---------------- 509

12-2.6 تجربة بواسطة الترتيبات المتعامدة ---------- 509

12-2.7 التحكم الإحصائي للعملية ---------- 510

12-2.8 وسائل إيشيكاوا السبعة ---------- 510

12-2.9 رسم بياني عظم السمكة ---------- 510

12-2.10 مصطلحات أخرى ---------- 511

12-2.10.1 تحسين العملية المستمر ---------- 511

12-2.10.2 التسليم في الوقت بالضبط ---------- 511

12-2.10.3 عملية إدارة النوعية الكلية ---------- 511

12-3 قواعد جديدة للشركات التي على مستوى عالمي ---------- 512

12-3.1 العمل بالتوازي ---------- 512

12-3.2 سن فوق الحائط ---------- 513

12-3.3 التحول إلى البحث والتطوير ---------- 514

12-3.4 قياس النتائج ---------- 516

12-3.5 شق الطريق للعمل ---------- 516

12-3.6 التحليل المهيكل ---------- 518

12-4 مبادرة وكالة مشروعات البحث المتقدمة لإدارة الدفاع الأمريكية داربا لتشجيع الممارسات الصناعية لجديدة ---------- 518

12-4.1 تقديم ---------- 518

12-4.2 المشروعات الرائدة ---------- 519

12-4.3 فرق عمل قوية ---------- 520

12-4.4 دور مركز بحث الهندسة المتزامنة التابع لجامعة غرب فيرجينيا ---------- 521

12-4.5 طرق التحويل ---------- 522

12-5 دراسة حالة ---------- 523

12-5.1 مشروعات العمل الصغير، عمل الفريق يساوي أكثر من أدوات مبنية على الحسوب ---- 523
12-5.2 في ثلث الوقت ---- 524
12-5.3 الاحتفاظ بأفراد يعملون بعض الوقت بصفة مستمرة ---- 525
12-5.4 كيف لا تهندس؟ ---- 526

الفصل الثالث عشر: المعلوماتية والمنشأة الصناعية ---- 529

13-1 أهمية المعلوماتية ---- 529
13-1.1 ما هي المعلوماتية ---- 529
13-1.2 أهمية تقنية المعلومات للتنمية الصناعية ---- 530
13-1.3 المعلوماتية والعالم الثالث ---- 530
13-2 التقنية وتأثيراتها ---- 531
13-2.1 الآلية الصناعية ---- 531
13-2.1.1 منظومات التحكم ---- 531
13-2.1.2 الصناعات المعالجة ---- 532
13-2.1.3 الصناعات التحويلية ---- 533
13-2.1.4 الروبوت الصناعي ---- 533
13-2.1.5 التصميم والإنتاج الصناعي ---- 534
13-2.1.6 التصنيع المتكامل بالحسوب ---- 535
13-2.2 الآلية المكتبية ---- 535
13-2.3 الطاقات الإلكترونية لتحويل الأموال ---- 537
13-2.4 منظومات دعم القرار ---- 537
13-2.5 العوامل التي تؤثر على انتشار المعلومات في الصناعة ---- 538
13-2.5.1 التكاليف ---- 539

13-3 نقل المعلومات ---- 540
13-3.1 مقدمة ---- 540
13-3.2 نموذج اتصال معلوماتي ---- 540
13-3.3 الآلات وتفاعلاتها ---- 541
13-3.4 العلاقات بين المستندات ---- 544
13-4 تأثيرات المعلوماتية على الإنتاجية والعمالة ---- 547
13-4.1 العوامل التي تدعو لتطبيق تقنية معلومات ---- 547
13-4.2 عملية التحديث ونشر تقنيات المعلومات في الأقطار النامية ---- 548
13-4.2.1 الصناعة في المناطق الحرة على الشواطئ ---- 549
13-4.2.2 متطلبات المهارة ---- 549
13-4.2.3 صناعة الملابس ---- 549
13-4.2.4 التغيير الهيكلي في العمالة ---- 550
13-5 تطوير المعلوماتية في البلدان النامية ---- 551
13-5.1 الاعتماد الذاتي التقني ---- 551
13-5.1.1 قطاع الخدمات ---- 552
13-5.1.2 الذكاء الاجتماعي ---- 553
13-5.2 نماذج لتطويرات معلوماتية ---- 554
13-5.2.1 تطوير المعلوماتية ---- 555
13-6 سياسة الإنتاج المحلي للمعدات والبرمجيات في البلدان النامية ---- 556
13-6.1 عواقب سياسة التصنيع المحلي ---- 557
13-6.2 مدخل انتقائي ---- 557
13-6.3 المعدات ---- 558
13-6.4 البرمجيات ---- 559

13-6.5 البنيات التحتية للمعلومات الصناعية ---------- 559
13-6.5.1 البنيات التحتية للاتصالات ---------- 560
13-6.5.2 البحث والتطوير ---------- 561

الفصل الرابع عشر: المنشأة الصناعية والمواد المتقدمة ---------- 563

14-1 الاتجاهات الحديثة والموقف الراهن ---------- 563
14-1.1 تعريف المواد المتقدمة ---------- 563
14-1.2 مجال المواد ---------- 565
14-1.3 المجموعات الرئيسية ---------- 570
14-1.3.1 المعادن والسبائك ---------- 571
14-1.3.2 البوليمرات ---------- 572
14-1.3.3 الحزفيــات ---------- 572
14-1.3.4 المركبات ---------- 573
14-1.4 خواص الاختيار ---------- 573
14-2 اتجاهات السوق ---------- 575
14-2.1 البوليمرات ---------- 576
14-2.2 البوليمر والمواد اللدائنية ---------- 578
14-2.3 المواد الخزفية ---------- 578
14-2.4 المواد المركبة ---------- 579
14-3 الاستخدامات النهائية والطلبات التي تولدها ---------- 584
14-3.1 أسواق السيارات ---------- 584
14-3.1.1 الصلب ---------- 584
14-3.1.2 الحديد الزهر ---------- 585
14-3.1.3 الألمونيوم ---------- 585

14-3.1.4 اللدائن ---------- 585
14-3.1.5 المواد المركبة المترابطة ببوليمر ---------- 586
14-3.1.6 الخزفيات ---------- 587
14-3.2 الأسواق الكهربائية والإلكترونية ---------- 587
14-3.2.1 شبه الموصلات ---------- 589
14-3.2.2 منظومات نقل الإشارات ---------- 590
14-3.2.3 الموصلات الفائقة ---------- 591
14-3.3 أسواق معدات الفضاء ---------- 593
14-3.3.1 سبائك الألمونيوم ---------- 594
14-4 العواقب للشركات كل على حدة ---------- 598
14-5 إعادة هيكلة الصناعة ---------- 599
14-5.1 التشكيل ---------- 600
14-5.2 القطع الأعلى ---------- 600
14-5.3 التجميع التشكيلي ---------- 600
14-6 العواقب للبلدان النامية ---------- 601
14-7 نظرة إلى الصناعة في المستقبل القريب والمتوسط ---------- 602

المراجــع ---------- 603

أولاً: باللغة العربية ---------- 603
ثانياً: باللغة الإنجليزية ---------- 604